

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

-----***-----

**BÁO CÁO TÓM TẮT
QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG
NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ THỜI KỲ
2021-2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050**

DỰ THẢO

Hà Nội, tháng 7/2024

MỤC LỤC

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	1
GIẢI THÍCH TỪ NGỮ	2
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN	3
I. Tổng quan về quy hoạch	3
1. Sự cần thiết lập quy hoạch.....	3
2. Phạm vi, thời kỳ lập quy hoạch	3
3. Quan điểm, mục tiêu và nguyên tắc lập quy hoạch.....	3
4. Căn cứ lập quy hoạch	4
II. Tổng quan về phương pháp thực hiện	4
1. Các phương pháp lập quy hoạch	4
2. Các công tác đã triển khai	5
2.1. Tổ chức nghiên cứu, thu thập, phân tích, tổng hợp thông tin, dữ liệu	5
2.2. Tổ chức lập quy hoạch	6
CHƯƠNG II. RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC	8
I. Phân tích, đánh giá tình hình và kết quả thực hiện quy hoạch thời kỳ trước .8	
1. Kết quả thực hiện các quy hoạch thời kỳ trước trong lĩnh vực NLNT.....	8
1.1. Tổng quan kết quả thực hiện 04 quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực KT-XH	8
1.2. Tổng quan kết quả phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ	9
1.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	10
2. Những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân	11
2.1. Về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX	11
2.2. Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ	12
2.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	12
II. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng NLNT	13
1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX.....	13
1.1. Trong ngành y tế	13
1.2. Trong ngành TN&MT	15
1.3. Trong ngành nông nghiệp	17
1.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	18
2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, thăm dò, chế biến, khai thác quặng phóng xạ	20
3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	20
3.1. Đánh giá về thực trạng về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực.....	20

3.2. Về bảo đảm an toàn, an ninh	20
3.3 Đánh giá tình hình thực hiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia	21
4. Tổng hợp đánh giá hiện trạng phát triển, ứng dụng NLNT	21
4.1 Về ứng dụng BX&ĐVPX	21
4.2. Về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	22
CHƯƠNG III. DỰ BÁO TRIỂN VỌNG, NHU CẦU PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG NLNT VÀ NGUỒN NHÂN LỰC TRONG THỜI KỲ QUY HOẠCH	23
I. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới	23
1. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành, lĩnh vực....	23
1.1. Trong ngành y tế	23
1.2. Trong ngành TN&MT	24
1.3. Trong ngành nông nghiệp	25
1.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	25
2. KH&CN hạt nhân	27
II. Phân tích, đánh giá tác động từ các chủ trương, định hướng phát triển các quy hoạch, kế hoạch có liên quan, xu thế phát triển KT-XH, biến đổi khí hậu trong thời kỳ quy hoạch.....	27
1. Trong ngành y tế.....	27
2. Trong ngành TN&MT	28
3. Trong ngành nông nghiệp.....	28
4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác	28
5. KH&CN hạt nhân, phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh	28
III. Phân tích, dự báo về các yếu tố, điều kiện, nguồn lực, bối cảnh, nhu cầu phát triển KT-XH.....	29
1. Ngành y tế.....	29
2. Ngành TN&MT	30
3. Ngành nông nghiệp.....	30
4. Ngành công nghiệp.....	30
5. Lĩnh vực KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh	31
IV. Tổng hợp đánh giá triển vọng, nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, đánh giá liên kết ngành, liên kết vùng trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT	31
1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực y tế	31
1.1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng y học hạt nhân	31
1.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng xạ trị	31
1.3. Triển vọng và nhu cầu phát triển điện quang	32
1.4. Nhu cầu về DCPX	32
2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực TN&MT	32
2.1. Khí tượng, thủy văn	32
2.2. Tài nguyên nước	32

2.3. Địa chất, khoáng sản.....	33
2.4. Bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu.....	33
3. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực nông nghiệp.....	33
4. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp.....	34
4.1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng NDT.....	34
4.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng chiếu xạ.....	34
4.3. Triển vọng và nhu cầu NCS và máy đo hạt nhân.....	34
4.4. Kỹ thuật đánh dấu.....	34
4.5. Soi chiếu.....	35
5. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	35
5.1. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân.....	35
5.2. Nhu cầu nhân lực.....	35
5.3. Nhu cầu bảo đảm an toàn, an ninh.....	36
6. Đánh giá liên kết vùng, liên kết ngành trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT.....	36
6.1. Đánh giá liên kết vùng.....	36
6.2. Liên kết ngành.....	37
IV. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) trong phát triển, ứng dụng NLNT.....	38
1. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế.....	38
2. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT.....	41
3. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp.....	42
4. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp.....	43
5. Phân tích SWOT đối với KH&CN hạt nhân.....	44
V. Kịch bản phát triển.....	46
1. Kịch bản phát triển phát triển KT-XH 2021-2030, 2031-2050.....	46
2. Kịch bản phát triển, ứng dụng NLNT.....	46
2.1. Kịch bản phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế.....	47
2.2. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT.....	48
2.3. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp.....	49
2.4. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp.....	50
2.5. Kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh.....	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	54

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ đầy đủ
ATBX	An toàn bức xạ
ATBXHN	An toàn bức xạ và hạt nhân
BX&ĐVPX	Bức xạ và đồng vị phóng xạ
DCPX	Dược chất phóng xạ
ĐHN	Điện hạt nhân
EVN	Tập đoàn Điện lực Việt Nam
GD&ĐT	Giáo dục và Đào tạo
HLKHCNVN	Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
IAEA	Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế
KH&CN	Khoa học và công nghệ
KT-XH	Kinh tế - xã hội
NCS	Hệ điều khiển hạt nhân
NLNT	Năng lượng nguyên tử
NDT	Kiểm tra không phá hủy
NMĐHN	Nhà máy điện hạt nhân
NN&PTNT	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
QLNN	Quản lý nhà nước
QT&CBPXMT	Quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường
Tracer	Kỹ thuật đánh dấu
TN&MT	Tài nguyên và môi trường

GIẢI THÍCH TỪ NGỮ

Trong Báo cáo này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

Chiếu xạ bao gồm chiếu xạ công nghiệp, soi chiếu và chiếu xạ khác.

Chiếu xạ công nghiệp là chiếu xạ ở quy mô công nghiệp, sử dụng thiết bị gamma hoặc máy gia tốc để khử trùng vật phẩm y tế, sản phẩm nông nghiệp, thủy hải sản; biến tính vật liệu, chế tạo vật liệu mới...

Hệ điều khiển hạt nhân (tiếng Anh là Nuclear Control System, viết tắt là NCS) là hệ thống điều khiển có tích hợp hệ đo hạt nhân để kiểm soát dây chuyền sản xuất. NCS sử dụng nguồn bức xạ để đo độ dày, mật độ, độ ẩm, mức đầy, xác định hàm lượng nguyên tố trong mẫu đo...

Hệ đo hạt nhân (tiếng Anh là Nuclear Gauge, viết tắt là NG) là các máy đo hạt nhân (thiết bị đo hạt nhân) độc lập không tích hợp vào hệ thống điều khiển.

Kiểm tra không phá hủy (viết tắt theo tiếng Anh là NDT) là kiểm tra vật liệu, sản phẩm, hệ thống, v.v., mà không làm thay đổi hay làm mất tính sử dụng của chúng.

Kiểm tra không phá hủy (NDT) là quá trình áp dụng các phương pháp kỹ thuật để kiểm tra vật liệu hoặc sản phẩm mà không làm thay đổi hay mất khả năng sử dụng của chúng nhằm phát hiện, xác định vị trí, kích thước, loại bất liên tục, để đánh giá tính toàn vẹn, chất lượng của sản phẩm.

Kỹ thuật đánh dấu là đưa đồng vị phóng xạ vào dòng chảy, quá trình công nghệ hoặc môi trường; để phát hiện tính liên thông của dòng chảy (ví dụ như trong các giếng khoan), phát hiện nhược điểm của quá trình công nghệ (ví dụ như khuấy, trộn có đều không), phát hiện đặc tính của môi trường (ví dụ như xác định khả năng thẩm thấu, di chuyển của tác nhân)...; không bao gồm sử dụng trong y tế.

Kỹ thuật soi chiếu bao gồm soi chiếu công nghiệp và soi chiếu an ninh, kiểm tra hàng hóa trong lĩnh vực hải quan và kiểm tra sản phẩm trong sản xuất công nghiệp.

Kỹ thuật soi chiếu công nghiệp còn được gọi là kỹ thuật soi chùm tia bức xạ (tiếng Anh là Radiation Scanning Technique), là các kỹ thuật dựa trên sự tương tác của chùm tia bức xạ với vật chất để xác định bề dày, mật độ, thành phần vật liệu và cấu trúc bên trong của đối tượng trong hệ thống công nghiệp. Ví dụ Soi tháp (Column Scan), Soi đường ống (Pipe Scan), chụp cắt lớp vật thể (CT scan)... Nguồn bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ được lắp đặt tạm thời trên vùng cần khảo sát của hệ thống công nghiệp.

Kỹ thuật soi chiếu an ninh, kiểm tra hàng hóa là thiết bị soi chiếu được chế tạo thành một hệ hoàn chỉnh, thường được đặt cố định tại các trạm đo hoặc lắp trên dây chuyền sản xuất. Các hệ máy soi chiếu phổ biến bao gồm soi an ninh, soi hành lý (tại sân bay, ga tàu, cửa khẩu), soi container, chụp cắt lớp kiểm tra sản phẩm...

Ứng dụng bức xạ là ứng dụng năng lượng bức xạ do nguồn bức xạ phát ra và ứng dụng đồng vị phóng xạ.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN

I. Tổng quan về quy hoạch

1. Sự cần thiết lập quy hoạch

Chiến lược ứng dụng năng lượng nguyên tử (NLNT) vì mục đích hoà bình đến năm 2020, Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 và các Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực y tế, tài nguyên và môi trường (TN&MT), nông nghiệp và phát triển nông thôn (NN&PTNT), công nghiệp đã hết hiệu lực, cần có quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT mới cho giai đoạn tiếp theo 2021 - 2030, tầm nhìn 2050.

Thực hiện Luật số 35/2018/QH14 ngày 20/11/2018 sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 luật có liên quan đến quy hoạch, Nghị định số 41/2019/NĐ-CP của Chính phủ ngày 15/5/2019 quy định chi tiết việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố, thực hiện, đánh giá và điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT (Nghị định số 41/2019/NĐ-CP), Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) đã chủ trì phối hợp với các bộ, ngành liên quan xây dựng nhiệm vụ lập quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 108/QĐ-TTg ngày 22/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ). Theo đó, có 5 hợp phần quy hoạch đề tích hợp vào Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 do các Bộ Y tế, TN&MT, NN&PTNT, Công Thương, KH&CN tổ chức lập. Triển khai Quyết định số 108/QĐ-TTg, Bộ KH&CN đã chủ trì lập Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (sau đây gọi tắt là Quy hoạch).

2. Phạm vi, thời kỳ lập quy hoạch

Phạm vi quy hoạch: Trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam.

Thời kỳ quy hoạch: Quy hoạch được lập cho thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

3. Quan điểm, mục tiêu và nguyên tắc lập quy hoạch

a) Quan điểm lập quy hoạch:

- Phát triển, ứng dụng NLNT phù hợp với năng lực, trình độ, điều kiện phát triển của đất nước và xu hướng phát triển của thế giới, đáp ứng yêu cầu phát triển ngành, lĩnh vực kinh tế - xã hội (KT-XH);

- Quy hoạch được lập theo hướng tổng thể, tích hợp các hợp phần, bảo đảm tính thống nhất, liên kết có hệ thống giữa các đối tượng của quy hoạch; theo hướng phát triển bền vững, hợp lý giữa phát triển KT-XH - môi trường với phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, phát triển ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ (BX&ĐVPX) và phát triển nguồn nhân lực;

- Bảo đảm tính linh hoạt, liên ngành, đi trước một bước về phát triển cơ sở hạ tầng và nguồn nhân lực chuyên gia gắn với công nghiệp hóa, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, bảo đảm an toàn, an ninh, hợp tác và hội nhập quốc tế.

b) Mục tiêu lập quy hoạch:

- Tiếp tục hoàn thiện công cụ QLNN, khắc phục những thiếu sót, bất cập và hạn chế trong hoạt động quy hoạch thời kỳ trước; nâng cao hiệu lực, hiệu quả hoạt động QLNN trong lĩnh vực NLNT;

- Xác định những vấn đề trọng tâm cần giải quyết và các khâu đột phá trong phát triển, ứng dụng NLNT trong từng ngành, lĩnh vực;

- Đề ra định hướng và phương án phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo, chú trọng hiệu quả hoạt động, ứng dụng công nghệ mới, cơ sở vật chất kỹ thuật hiện đại, phát triển nguồn nhân lực.

c) Nguyên tắc lập quy hoạch:

Được quy định tại điểm b khoản 2 Điều 1 Quyết định số 108/QĐ-TTg.

4. Căn cứ lập quy hoạch

- Luật NLNT số 18/2008/QH12 ngày 03/6/2008;

- Luật Quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017;

- Luật sửa đổi, bổ sung số 35/2018/QH14 ngày 20/11/2018 sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 Luật có liên quan đến quy hoạch;

- Nghị định số 41/2019/NĐ-CP ngày 15/5/2019 của Chính phủ quy định chi tiết việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố, thực hiện, đánh giá và điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT;

- Quyết định số 108/QĐ-TTg ngày 22/01/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt nhiệm vụ lập quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050;

- Thông tư số 09/2022/TT-BKH&CN ngày 28/7/2022 của Bộ KH&CN ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật lập, thẩm định, công bố, điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT;

- Quyết định số 569/QĐ-TTg ngày 11/5/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo đến năm 2030;

- Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

II. Tổng quan về phương pháp thực hiện

1. Các phương pháp lập quy hoạch

** Các phương pháp lập quy hoạch:*

- Phương pháp điều tra, khảo sát, kiểm tra thực tế; thu thập, phân loại, thống kê, xử lý thông tin;

- Phương pháp phân tích, đánh giá tác động của ứng dụng NLNT trong từng ngành, lĩnh vực đến phát triển KT-XH của địa phương, vùng, cả nước;

- Phương pháp phân tích hệ thống; nguyên nhân và kết quả; chi phí - lợi ích; phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT);

- Phương pháp dự báo, xây dựng luận cứ và kịch bản/phương án phát triển; phương pháp mô hình hóa, tối ưu hóa;

- Phương pháp so sánh, tổng hợp, tích hợp quy hoạch trên cơ sở luận cứ và phương án quy hoạch phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng, đào tạo cho từng ngành, lĩnh vực.

** Quy trình tích hợp quy hoạch*

Căn cứ khoản 10 Điều 3 Luật Quy hoạch năm 2017, khoản 1 Điều 17 Nghị định số 41/2019/NĐ-CP, nguyên tắc, cách thức tích hợp các hợp phần quy hoạch vào quy hoạch, thống nhất về phương pháp luận đã được thực hiện trong quá trình lập quy hoạch, bao gồm hai nội dung cơ bản là “tiếp cận tổng hợp” và “phối hợp đồng bộ giữa các ngành, lĩnh vực”.

Trong quá trình tích hợp quy hoạch, đã tiến hành lồng ghép các nội dung cần thiết vào nội dung vốn có của quy hoạch, nhằm tạo nên một bản quy hoạch hoàn thiện, thống nhất giữa các nội dung liên quan đến nhiều ngành, lĩnh vực khác nhau (các hợp phần quy hoạch), khắc phục được sự chòng chéo, xung đột giữa các hợp phần quy hoạch khi lập riêng lẻ; để quy hoạch đảm bảo được mục tiêu phát triển cân đối, hiệu quả, bền vững phù hợp với các ngành, vùng lãnh thổ và toàn quốc gia. Tích hợp quy hoạch đảm bảo sự thống nhất nội tại và sự tương thích của các nội dung hợp phần, không thực hiện phép cộng đơn giản các hợp phần quy hoạch hay sắp đặt các hợp phần bên cạnh nhau.

** Nội dung và kế hoạch tích hợp quy hoạch*

- Nội dung “tiếp cận tổng hợp” thể hiện thông qua cách tiếp cận toàn diện, đa chiều, đa lĩnh vực trong công tác lập Quy hoạch. Do đó, trong quá trình lập quy hoạch đã có một cơ sở thông tin dữ liệu chung làm đầu vào để đánh giá, dự báo các yếu tố, điều kiện phát triển, hiện trạng phát triển KT-XH, đảm bảo quốc phòng an ninh, bảo vệ môi trường; xây dựng kịch bản phát triển, xác định quan điểm, mục tiêu làm cơ sở cho việc xây dựng các nội dung Quy hoạch. Bản quy hoạch tích hợp phản ánh sự hiện diện đan xen lẫn nhau của tất cả các ngành, lĩnh vực liên quan đến KT-XH, bảo đảm an toàn - an ninh và bảo vệ môi trường.

- Nội dung “phối hợp đồng bộ” trong việc lập quy hoạch xuất phát từ thực tế có nhiều cơ quan, tổ chức tham gia lập quy hoạch. Mỗi cơ quan, tổ chức được phân công nghiên cứu lập 01 hay một số hợp phần quy hoạch, trong đó có những nội dung cơ sở do cơ quan lập quy hoạch chủ trì phối hợp với các cơ quan, tổ chức liên quan xây dựng.

2. Các công tác đã triển khai

2.1. Tổ chức nghiên cứu, thu thập, phân tích, tổng hợp thông tin, dữ liệu

a) Khảo sát, thu thập thông tin về phát triển, ứng dụng NLNT trong nước

Tổ chức các cuộc điều tra thống kê và khảo sát thực tiễn về hiện trạng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trên toàn quốc đối với các lĩnh vực y tế, công nghiệp, nông nghiệp, TN&MT,... Căn cứ vào đối tượng điều tra và phạm vi quản lý, các mẫu phiếu điều tra hiện trạng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX đưa vào quy hoạch đã được thiết kế riêng bao gồm: (i) mẫu điều tra đối với X-quang gửi

đến Sở KH&CN của 63 tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương, (ii) mẫu điều tra hiện trạng cơ sở ứng dụng trong y tế, công nghiệp,... gửi Cục ATBXHN; (iii) mẫu phiếu điều tra về hiện trạng và đề xuất nhu cầu nghiên cứu - triển khai, ứng dụng công nghệ bức xạ và kỹ thuật hạt nhân của Viện NLNTVN; (iv) Danh mục các ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực và mẫu báo cáo đánh giá hiện trạng và khả năng ứng dụng NLNT gửi các Bộ lập hợp phần. Bên cạnh đó, cơ quan lập quy hoạch cũng tiến hành điều tra, khảo sát thực tế tại các cơ sở y tế, doanh nghiệp, đơn vị nghiên cứu và các chuyên gia. Kết quả điều tra, khảo sát thực tế, các số liệu từ các báo cáo, nhiệm vụ được thu thập, xử lý và tổng hợp theo dạng bảng biểu và đồ thị đưa vào các nội dung nghiên cứu đánh giá phân tích hiện trạng và dự báo nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, nhu cầu phát triển nguồn nhân lực.

b) Thu thập các thông tin về hiện trạng và xu hướng phát triển trên thế giới

- Những ấn phẩm, tài liệu hướng dẫn của IAEA về ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT,...

- Các ấn phẩm, báo cáo khoa học của các tổ chức, cá nhân trong các lĩnh vực ứng dụng NLNT;

- Báo cáo của đại diện KH&CN tại 09 nước.

c) Thu thập thông tin các dữ liệu về bối cảnh, các yếu tố trong nước tác động đến phát triển, ứng dụng NLNT

- Những chủ trương, chính sách của Đảng và nhà nước trong các ngành, lĩnh vực liên quan bao gồm các Nghị quyết, Kết luận của Đảng, Quốc hội, Nghị quyết và Chương trình Kế hoạch của Chính phủ, quy hoạch tổng thể quốc gia, quy hoạch ngành, tỉnh có liên quan đến phát triển KT-XH, bảo vệ môi trường, bảo đảm quốc phòng, an ninh,...

- Những thông tin cần thiết khác: thông tin đặc thù, có tính chất kỹ thuật chuyên ngành có vai trò quan trọng, quyết định đối với phương án quy hoạch; dự án lớn, nguồn lực bên ngoài; cảnh báo về thiên tai, thảm họa môi trường bên ngoài; tình hình chính trị, an ninh, quốc phòng có tác động đến phát triển, ứng dụng NLNT.

2.2. Tổ chức lập quy hoạch

- Bộ KH&CN đã ban hành Quyết định số 389/QĐ-BKHHCN ngày 04/3/2021 về Kế hoạch triển khai Quyết định số 108/QĐ-TTg;

- Thực hiện Nghị quyết số 119/NQ-CP ngày 27/9/2021 của Chính phủ về các nhiệm vụ và giải pháp để nâng cao chất lượng và đẩy nhanh tiến độ lập các quy hoạch thời kỳ 2021-2030, Bộ KH&CN đã phối hợp với các Bộ liên quan xây dựng Thông tư số 09/2022/TT-BKHHCN ngày 28/7/2022 ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật lập, thẩm định, công bố, điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT; ban hành Quyết định số 2675/QĐ-BKHHCN ngày 29/12/2022 phê duyệt chi tiết nội dung lập Quy hoạch và chi tiết nội dung lập các hợp phần quy hoạch;

- Bộ KH&CN đã chủ trì, phối hợp với các Bộ lập hợp phần (Y tế, TN&MT, NN&PTNT, Công Thương) lập Quy hoạch; tổ chức các hội thảo, xin ý kiến các

Bộ, ngành, địa phương, các cơ quan, tổ chức xã hội, cá nhân có liên quan và đăng tải trên cổng thông tin điện tử của Bộ KH&CN và các Bộ lập hợp phần;

- Tiếp thu và giải trình ý kiến góp ý để hoàn thiện hồ sơ quy hoạch đủ điều kiện trình Hội đồng thẩm định quy hoạch;

- Báo cáo Thủ tướng Chính phủ thành lập Hội đồng thẩm định quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số /QĐ-TTg ngày /.../2024).

b) Quá trình tích hợp quy hoạch

Bộ KH&CN đã triển khai việc tích hợp các hợp phần quy hoạch để bảo đảm tính thống nhất, đồng bộ và tính liên ngành, cụ thể:

- Việc tích hợp quy hoạch được thực hiện ngay từ khâu thu thập thông tin, dữ liệu, đánh giá hiện trạng phát triển, đánh giá triển vọng và nhu cầu phát triển và phân bố không gian các ngành, lĩnh vực.

- Các định hướng phát triển lựa chọn trên cơ sở tuân thủ các quan điểm, mục tiêu lập quy hoạch trong Nhiệm vụ lập Quy hoạch đã được Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 108/QĐ-TTg; phù hợp với các quan điểm, mục tiêu phát triển và các định hướng ưu tiên trong quy hoạch tổng thể quốc gia, quy hoạch phát triển các vùng kinh tế, quy hoạch phát triển các cơ sở y tế, quy hoạch phát triển các cơ sở KH&CN công lập.

- Khi có sự chông chéo, mâu thuẫn giữa định hướng phát triển các ngành, ngành được lựa chọn có lợi ích tổng thể về kinh tế, xã hội, môi trường, quốc phòng, an ninh cao nhất, có khả năng đáp ứng yêu cầu thực tiễn phát triển KT-XH.

- Phát triển ứng dụng NLNT đảm bảo phát triển năng lực nghiên cứu, ứng dụng với tăng cường cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm của các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo; phát triển nguồn nhân lực.

Trong quá trình lập quy hoạch, luôn có sự trao đổi thường xuyên, liên tục giữa cơ quan lập quy hoạch và các cơ quan lập hợp phần quy hoạch, cơ quan tư vấn với các Bộ, ngành liên quan.

CHƯƠNG II. RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ QUY HOẠCH THỜI KỲ TRƯỚC

I. Phân tích, đánh giá tình hình và kết quả thực hiện quy hoạch thời kỳ trước

1. Kết quả thực hiện các quy hoạch thời kỳ trước trong lĩnh vực NLNT

Căn cứ quy định tại khoản 2 Điều 15 Luật số 35/2018/QH14 và quy định tại Nghị định số 41/2019/NĐ-CP, việc rà soát, đánh giá tổng quan quy hoạch thời kỳ trước phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 sẽ phải bao gồm việc rà soát, đánh giá Quy hoạch tổng thể phát triển, ứng dụng NLNT đến năm 2020, các quy hoạch chi tiết, các đề án, kế hoạch triển khai Quy hoạch tổng thể đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong lĩnh vực NLNT giai đoạn đến năm 2020.

Triển khai thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hoà bình đến năm 2020 (Quyết định số 01/2006/QĐ-TTg ngày 03/01/2006) và Luật NLNT, trong giai đoạn 2010-2011, các Bộ đã xây dựng trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt: Quy hoạch tổng thể, 07 quy hoạch, định hướng quy hoạch, 6 đề án, kế hoạch là giải pháp thực hiện Quy hoạch tổng thể.

1.1. Tổng quan kết quả thực hiện 04 quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực KT-XH

Triển khai các quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và các ngành kinh tế kỹ thuật khác đã thu được nhiều kết quả có giá trị khoa học và thực tiễn trên nhiều lĩnh vực.

Trong lĩnh vực y tế, đã đạt được nhiều thành tựu trong khám chữa bệnh sử dụng các trang thiết bị, kỹ thuật chẩn đoán và điều trị hiện đại bằng y học hạt nhân. Hình thành và phát triển mạng lưới các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị và điện quang và được trang bị các thiết bị hiện đại như: IMRT, IGRT, PET/CT,.... Các đồng vị phóng xạ và dược chất phóng xạ (DCPX) sản xuất trong nước từ lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và các máy gia tốc Cyclotron đáp ứng khoảng 60% nhu cầu trong nước, phần còn lại phải nhập khẩu [31,32].

Trong lĩnh vực TN&MT, ứng dụng BX&ĐVPX đã thu được những kết quả nhất định trong thăm dò, đánh giá tài nguyên urani, tài nguyên nước, dự báo và phòng ngừa thiên tai, bảo vệ môi trường

Trong lĩnh vực nông nghiệp đã có những thành tựu đáng kể trong chọn tạo giống cây trồng bằng phương pháp đột biến, đặc biệt là các giống lúa, đậu tương, năm 2014 Việt Nam được IAEA đánh giá là quốc gia đứng thứ tám thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu đột biến tạo giống.

Trong lĩnh vực công nghiệp, ứng dụng BX&ĐVPX đã góp phần trực tiếp phục vụ nhu cầu sản xuất trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật quan trọng như dầu khí, điện lực, hóa chất, giao thông, xây dựng. Theo báo cáo của Bộ Công Thương tháng 12/2020, Bộ Công Thương đã chủ trì, phối hợp tiếp tục thực hiện Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020” thuộc Kế hoạch tổng thể thực hiện Chiến lược ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020. Tuy nhiên, các hoạt động chưa tập trung vào việc triển khai

các nhiệm vụ của Quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt từ tháng 01/2011 [31,32].

1.2. Tổng quan kết quả phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

- Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân

Trong giai đoạn 2009-2016, các Bộ, ngành đã tiến hành nhiều hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân phục vụ triển khai Nghị quyết số 41/2009/NQ-QH12 ngày 25/11/2009 của Quốc hội về chủ trương đầu tư dự án điện hạt nhân (ĐHN) Ninh Thuận. Trên cơ sở nghiên cứu thực tiễn phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân của Việt Nam, các tài liệu hướng dẫn và các khuyến cáo của IAEA, Bộ KH&CN đã chủ trì, phối hợp các Bộ, ngành liên quan hoàn thiện Kế hoạch tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng ĐHN giai đoạn đến năm 2020 trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt (Quyết định số 2241/QĐ-TTg ngày 11/12/2014).

Triển khai Kế hoạch tổng thể, các Bộ, ngành, địa phương đã thực hiện nhiều nhiệm vụ được giao, một số văn bản đã được trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt như Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực quản lý nhà nước (QLNN), nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật đến năm 2020 phục vụ phát triển ĐHN (Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015); Kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân cấp quốc gia (Quyết định số 884/QĐ-TTg ngày 16/6/2017); Điều chỉnh quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 - 2020 có xét đến năm 2030 (Quyết định số 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016, trong đó lùi thời gian đưa tổ máy ĐHN đầu tiên vào vận hành đến năm 2028),...

Trước tình hình phát triển kinh tế vĩ mô của Việt Nam, ngày 22/11/2016, Quốc hội đã ban hành Nghị quyết số 31/2016/QH14 về việc dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận. Công tác phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực như xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công nghệ và an toàn NMĐHN,... Công tác chuẩn bị cho Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân tiếp tục được quan tâm thực hiện. Năm 2018, Bộ KH&CN đã phối hợp với IAEA tổ chức đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân tích hợp cho lò phản ứng nghiên cứu mới.

- Về thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

Thực hiện Chiến lược, Quy hoạch tổng thể ứng dụng NLNT vì mục đích hòa bình đến năm 2020 và Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020, Bộ TN&MT đã hoàn thành Đề án thăm dò quặng urani khu Pà lừa - Pà Rông, Nam Giang, Quảng Nam và cơ bản đã đạt được mục tiêu tài nguyên, trữ lượng đã đặt ra; công tác điều tra, khảo sát thực địa tiềm năng urani tỷ lệ 1/1.000.000 và diện tích nghiên cứu tỷ lệ 1/200.000 theo đề cương đề án đánh giá tiềm năng urani Việt Nam được phê duyệt.

1.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

- Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân

Ngày 05/3/2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 265/QĐ-TTg về việc phê duyệt Đề án "Tăng cường năng lực nghiên cứu-triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh" (Đề án 265). Viện NLNTVN đã triển khai Đề án 265 giai đoạn đến năm 2020: (1) Xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga); (2) Xây dựng Viện nghiên cứu ứng dụng hạt nhân tại Đà Nẵng; (3) Xây dựng Máy gia tốc Cyclotron 13MeV và dây chuyền sản xuất đồng vị phóng xạ,... Dự án xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân với lò phản ứng nghiên cứu mới công suất cao (hợp tác với Liên bang Nga) đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chủ trương đầu tư. Bộ KH&CN đang trong quá trình xây dựng Báo cáo dự án đầu tư và Hồ sơ phê duyệt địa điểm.

- Về đào tạo nguồn nhân lực

Trong giai đoạn 2010-2016, công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực được thực hiện thông qua Đề án "Đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT" (Quyết định 1558/QĐ-TTg ngày 18/8/2010), Dự án "Đào tạo nguồn nhân lực cho các dự án NMDHN tại tỉnh Ninh Thuận" (Quyết định số 584/QĐ-TTg ngày 11/4/2013) và Kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng nhân lực QLNN, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ phát triển ĐHN đến năm 2020 (Quyết định số 1756/QĐ-TTg ngày 15/10/2015). Việc triển khai các đề án, dự án, kế hoạch đã có những kết quả nhất định góp phần đào tạo nhân lực về ĐHN; bồi dưỡng nhân lực QLNN, nghiên cứu - triển khai và hỗ trợ kỹ thuật của Bộ KH&CN và các bộ, ngành, địa phương liên quan phục vụ phát triển ĐHN.

- Về bảo đảm an toàn, an ninh

Đã xây dựng, hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật; kiện toàn và tăng cường hệ thống QLNN về an ninh và thanh sát hạt nhân của quốc gia. Đối với hoạt động hỗ trợ kỹ thuật an toàn bức xạ, hạt nhân, năng lực hỗ trợ kỹ thuật về ATBX và ứng phó sự cố của Cục ATBXHN từng bước được hoàn thiện.

- Về quản lý chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ và nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng

Toàn quốc có 2 cơ sở quản lý chất thải phóng xạ tại Viện Nghiên cứu hạt nhân và Viện Công nghệ xạ hiếm. Đối với nguồn phóng xạ đã qua sử dụng trong cả nước có một số cơ sở lưu giữ tập trung như: Viện Nghiên cứu hạt nhân, Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân (KHKTHN), Trung tâm Hạt nhân TP. Hồ Chí Minh, Trung tâm Đánh giá không phá hủy (NDE), Liên đoàn Địa chất xạ hiếm,... Các cơ sở này đã được cấp giấy phép và định kỳ được thanh tra bởi Cục ATBXHN. Ngoài ra một số lượng không nhỏ các nguồn phóng xạ được lưu giữ tại cơ sở tiềm ẩn nguy cơ mất an ninh nguồn phóng xạ (khoảng 1.000 nguồn). Về nhiên liệu đã qua sử dụng, tháng 7/2013, toàn bộ 106 bó nhiên liệu đã cháy có độ

giàu cao (VVR-M2) của lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt đã được chuyển trả về Nga sau khi chuyển đổi.

- *Về quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường (QT&CBPXMT):*

Thực hiện Quyết định số 1636/QĐ-TTg ngày 31/8/2010 của Thủ tướng Chính phủ ban hành phê duyệt “Quy hoạch mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường quốc gia đến năm 2020”, Bộ KH&CN đã ban hành Thông tư số 27/2010/TT-BKHCN hướng dẫn xây dựng, quản lý mạng lưới QT&CBPXMT, Thông tư số 16/2013/TT-BKHCN ngày 30/7/2013 ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ quốc gia”. Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đã dần được hình thành với Trạm điều hành và trạm vùng được đặt ở Viện KHKTHN, các thiết bị đo phóng xạ đã được lắp đặt tại 11 trạm địa phương.

2. Những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân

2.1. Về phát triển ứng dụng BX&ĐVPX

Trong y tế: Một số nhiệm vụ và mục tiêu đặt ra trong Chiến lược, Quy hoạch tổng thể cũng như trong Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong y tế đến năm 2020 cơ bản chưa thực hiện được do mục tiêu đặt ra không tương xứng với năng lực thực tế và giải pháp, nguồn lực đầu tư trong bối cảnh cạnh tranh ưu thế của các doanh nghiệp nước ngoài.

Chỉ có khoảng 40% các tỉnh có khoa xạ trị và 33% các tỉnh có khoa y học hạt nhân bằng ½ chỉ tiêu đặt ra trong Quy hoạch (80% tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương có cơ sở y học hạt nhân và cơ sở ung bướu có thiết bị xạ trị). Thiết bị được đầu tư rất hiện đại, tuy nhiên hiệu suất sử dụng thiết bị chưa được như mong muốn, bệnh nhân vẫn tập trung vào một số bệnh viện lớn ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Công tác đào tạo chuyên ngành về y học hạt nhân, xạ trị và sản xuất DCPX trên thiết bị máy gia tốc, trong đó có đào tạo chuyên ngành vật lý y khoa (VLYK) còn nhiều bất cập cần khắc phục.

Trong công nghiệp và các ngành kinh tế kỹ thuật khác: Mới có những kết quả bước đầu trong hoạt động nghiên cứu - triển khai và trong lĩnh vực chiếu xạ công nghiệp sản phẩm hoa quả, thủy hải sản xuất khẩu (chủ yếu do các doanh nghiệp tư nhân đầu tư dự án). Chưa có các dự án đầu tư cho phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX, trong khi đó các lĩnh vực công nghiệp có độ tăng trưởng đáng kể. Một số mục tiêu, chỉ tiêu đặt ra tại quy hoạch chi tiết giai đoạn trước chưa thực hiện được như tỷ lệ nội địa hóa thiết bị NDT là 25% giai đoạn 2016-2020.

Trong quy hoạch chi tiết phát triển ứng dụng bức xạ trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác đến năm 2020 chưa có nội dung, nhiệm vụ về phát triển, ứng dụng bức xạ trong lĩnh vực soi chiếu an ninh - hải quan. Tính đến năm 2020, cả nước có 5 Cục Hải quan địa phương đã được trang bị tổng số 11 máy gia tốc soi container, đem lại hiệu quả cao trong việc đẩy nhanh thủ tục thông quan hàng hóa, phòng chống buôn lậu, trốn thuế hoặc vận chuyển ma túy, vũ khí, chất phóng xạ... Từ thực tiễn đó, cần được xây dựng định hướng phát triển hướng ứng dụng này và tích hợp vào quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030.

Trong TN&MT: Phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường chưa được thực hiện đồng bộ, thiếu đầu tư cho trang thiết bị và đào tạo nhân lực, thiếu sự liên kết, phối hợp chặt chẽ với các ngành khoa học, công nghệ khác để khai thác thế mạnh, đạt hiệu quả ứng dụng cao. Một số nhiệm vụ, đề án đã được triển khai có kết quả, tuy nhiên nguồn kinh phí được cấp còn chưa tương xứng với nhiệm vụ và kế hoạch, tiến độ đặt ra.

Trong nông nghiệp: Ứng dụng NLNT trong nông nghiệp giai đoạn qua đã đạt được những kết quả đáng kể trong chọn tạo giống đột biến, chiếu xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản xuất khẩu. Tuy nhiên việc nghiên cứu ứng dụng NLNT trong những lĩnh vực như bảo vệ thực vật (chẳng hạn như kỹ thuật SIT gây bất dục ruồi hại quả thanh long), nông hóa, thổ nhưỡng, dinh dưỡng cây trồng, sức khỏe vật nuôi,... chưa được quan tâm đầu tư và hợp tác; Một số chỉ tiêu đặt ra trong quy hoạch chưa đạt được do không tương xứng với năng lực và giải pháp đầu tư thực hiện, chưa giao nhiệm vụ cụ thể cho đơn vị thực hiện. Một số chỉ tiêu phát triển chưa được xem xét kỹ về tính khả thi¹.

2.2. Về phát triển cơ sở hạ tầng năng lượng hạt nhân, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ

Công tác phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực: xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công nghệ và an toàn NMĐHN,... Tuy nhiên, vẫn cần triển khai một khối lượng công việc lớn để hoàn thiện cơ sở hạ tầng hạt nhân cho Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân.

Đối với công tác thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ: Khoản 4 Điều 15 Luật sửa đổi, bổ sung một số Điều của 37 Luật có liên quan đến quy hoạch đã giao Bộ Công Thương tổ chức xây dựng quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Tuy nhiên, cho đến nay, Bộ Công Thương vẫn chưa triển khai xây dựng vì chưa có kết quả về đánh giá tiềm năng tài nguyên urani.

2.3. Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Về tăng cường tiềm lực KH&CN hạt nhân: Vẫn còn ít các đề xuất nghiên cứu mới có tính chất đột phá, triển vọng ứng dụng hiệu quả và phát triển tiềm lực KH&CN. Việc thương mại hóa các sản phẩm, thiết bị từ kết quả nghiên cứu còn nhiều hạn chế. Việc hình thành các nhóm nghiên cứu mới còn hiếm, có nguy cơ suy giảm về lực lượng rõ rệt. Chưa thực sự gắn kết giữa chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ với đầu tư trang thiết bị, đào tạo nguồn nhân lực, đặc biệt là việc xây dựng đội ngũ chuyên gia; chưa có một chương trình nghiên cứu KH&CN cho lĩnh vực NLNT.

¹ Xây dựng 2 Trung tâm nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong chọn tạo giống cây trồng; 10 phòng thí nghiệm ứng dụng BX&ĐVPX phục vụ nghiên cứu; 2-3 nhà máy sản xuất côn trùng tiết sinh; 9-12 cơ sở chiếu xạ nguồn gamma ⁶⁰Co quy mô công nghiệp hoàn chỉnh phục vụ chiếu xạ bảo quản, kiểm dịch và vệ sinh an toàn nông sản, thực phẩm

Về đào tạo nguồn nhân lực: đầu tư cho nghiên cứu ứng dụng và đào tạo về kỹ thuật hạt nhân ở các trường đại học vẫn chưa được chú ý đúng mức nên Việt Nam vẫn đang bị tụt hậu so với nhiều nước trong khu vực ở hầu hết các lĩnh vực đào tạo, nghiên cứu - ứng dụng kỹ thuật hạt nhân. Các dự án trang bị cơ sở vật chất cho các trường đại học không có nguồn lực để triển khai trên thực tế. Ngoài ra, các nhiệm vụ đã được triển khai chỉ tập trung để phục vụ chương trình phát triển ĐHN, trong khi đó công tác đào tạo nhân lực phục vụ phát triển, ứng dụng NLNT chưa được quan tâm tương xứng với nhu cầu phát triển.

Về giải pháp bảo đảm an toàn, an ninh: Các hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ quản lý an toàn lò phản ứng hạt nhân vẫn chưa được xây dựng và ban hành đầy đủ. Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân đang được tổ chức triển khai thực hiện, trong đó có xây dựng một lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu công suất 10 MWt. Do đó, vấn đề quan tâm hàng đầu hiện nay của cơ quan QLNN là sớm hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ quản lý lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu từ giai đoạn lựa chọn địa điểm xây dựng cho đến vận hành và khai thác sử dụng để kịp thời cung cấp hành lang pháp lý.

Về quản lý chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ và nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng: Hiện tại, Việt Nam chưa có cơ sở lưu giữ chất thải phóng xạ quốc gia, chất thải phóng xạ, nguồn phóng xạ đã qua sử dụng được lưu giữ tại nhiều địa điểm trên toàn quốc. Mặc dù việc lưu giữ vẫn đảm bảo an toàn, nhưng trên thực tế các cơ sở này không được thiết kế để quản lý chất thải phóng xạ dài hạn và không theo chuẩn mực quốc tế.

Về QT&CBPXMT: Mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia chưa được hoàn thiện như đặt ra tại Quyết định số 1636/QĐ-TTg. Hiện tại các thiết bị của hệ thống mạng quan trắc chủ yếu do Viện KHKTHN cũng như một số đơn vị trực thuộc Viện NLNTVN quản lý và vận hành. Chưa thành lập được Trung tâm điều hành Mạng QT&CBPXMT quốc gia. Do đó còn gặp nhiều khó khăn về căn cứ pháp lý, bố trí nhân lực, kinh phí hoạt động thường xuyên và kinh phí đầu tư phát triển.

Về năng lực quan trắc: Số trạm và thiết bị quan trắc còn thiếu, đặc biệt là các thiết bị quan trắc phóng xạ dưới biển. Hầu hết các thiết bị quan trắc được nhập khẩu, dẫn đến khó khăn, thiếu chủ động trong công tác bảo dưỡng, sửa chữa. Việc xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về phóng xạ môi trường còn chưa đầy đủ, tản mạn, chưa thống nhất. Thiếu nhân lực được đào tạo chuyên sâu về vận hành và bảo dưỡng mạng lưới quan trắc phóng xạ. Việc lắp đặt và vận hành thiết bị với các trạm khí tượng thủy văn tại địa phương còn gặp nhiều khó khăn về cơ chế, thủ tục, bố trí diện tích, đầu tư cơ sở hạ tầng, nhân lực.

II. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng NLNT

1. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển ứng dụng BX&ĐVPX

1.1. Trong ngành y tế

1.1.1. Tình trạng ứng dụng bức xạ ion hoá và phát triển kỹ thuật bức xạ, hạt nhân trong chẩn đoán và điều trị bệnh

Ở Việt Nam, cũng như trên thế giới, trong lĩnh vực y tế, bức xạ ion hóa được ứng dụng chủ yếu ở ba lĩnh vực: điện quang, y học hạt nhân và xạ trị.

X-quang chẩn đoán và can thiệp được sử dụng ở mức độ cơ bản ở tất cả các cơ sở y tế đối với hầu hết các loại bệnh lý khác nhau. Một số kỹ thuật can thiệp hiện đại đã được áp dụng trong điều trị ung thư, phẫu thuật u não, can thiệp mạch tạng,... Theo thống kê của Bộ Y tế, hàng năm, có khoảng gần 30 triệu lượt người làm xét nghiệm X-quang, trong đó có khoảng từ 2-3 triệu người chụp CT và MRI.

Y học hạt nhân đã trở nên phổ biến cho việc chẩn đoán và điều trị bệnh đặc biệt là ung thư. Các kỹ thuật hiện đại nhất về xạ trị trên thế giới như IMRT, IGRT, VMAT,... đã có mặt ở Việt Nam và được sử dụng trong điều trị ung thư cũng như các bệnh lý khác. Theo thống kê của IAEA [40], dịch vụ xạ trị của Việt Nam hiện nay đang đảm bảo từ 25-50% nhu cầu điều trị (75-100% đối với các nước có thu nhập cao và trung bình, 0-25% đối với nước có thu nhập thấp và đang phát triển) và có thể đạt tới 60% do nhu cầu này ngày càng tăng.

Chi phí cho các dịch vụ y học hạt nhân và xạ trị lớn, ngoài vấn đề về việc thiếu hụt trang thiết bị và nhân lực, cần quan tâm hơn đến tỉ lệ bệnh nhân được hưởng lợi từ dịch vụ kỹ thuật này. Trong ngành y tế vẫn tồn tại một thực trạng là thiếu hụt hệ thống báo cáo sự cố y khoa liên quan đến bức xạ, rất hiếm có cơ sở được kiểm định theo chuẩn quốc tế về liều lượng; không có cơ sở y tế nào được kiểm định toàn diện về quy trình lâm sàng, việc đảm bảo và kiểm soát chất lượng còn hạn chế.

1.1.2. Phơi nhiễm bức xạ trong y tế

a) Liều bệnh nhân

Ước tính sơ bộ theo cách đánh giá nêu trên của IAEA, hàng năm ở Việt Nam có khoảng 20.000 đến 30.000 người nhận được liều tích lũy (CED) cỡ 100mSv trở lên. Hiện nay, việc chưa có các số liệu thống kê về phơi nhiễm bức xạ trong y tế ở Việt Nam ít nhiều ảnh hưởng đến tiến trình triển khai mô hình y tế cá thể hoá trong y học bức xạ ở Việt Nam. Vấn đề đảm bảo an toàn cho bệnh nhân trong chẩn đoán hình ảnh và can thiệp phải được đẩy mạnh hơn nữa.

b) Liều nhân viên X-quang can thiệp

Từ nhận định của IAEA tháng 3/2022 và kết quả nghiên cứu thí điểm của nhóm nghiên cứu thuộc trường Đại học Nguyễn Tất Thành, liều mắt năm của bác sĩ thuộc nhóm có nguy cơ, tuy chưa thật cao (mới chỉ vượt giới hạn liều 20 mSv/năm hơn 12%) nhưng thuộc nhóm tiềm năng, cần được theo dõi thường xuyên.

1.1.3. Mạng lưới các cơ sở y tế ứng dụng BX&DV PX

a) Cơ sở vật chất (mạng lưới y tế bức xạ)

Theo số liệu cấp phép của Cục ATBXHN [35], tính đến tháng 02/2024, tổng số máy gia tốc là 77 thiết bị; cả nước có 49 cơ sở xạ trị ở 28 tỉnh (44% tỉnh, thành phố) và 49 cơ sở y học hạt nhân ở 21 tỉnh, thành phố (33% tỉnh, thành) đã được đưa vào vận hành; X-quang chẩn đoán đã được triển khai xuống tuyến huyện. Có thể thấy tốc độ tăng số lượng máy xạ trị và y học hạt nhân trong 10 năm qua rất nhanh, hiện đạt khoảng 0,8 thiết bị xạ trị gia tốc/1 triệu dân và khoảng 0,4 máy xạ hình (SPECT +SPECT/CT+ PET/CT)/triệu dân.

Số thiết bị và đồng vị, DCPX được sản xuất trên 6 máy cyclotron (FDG-18) và lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt chưa đáp ứng được so với nhu cầu thực tế và sự phát triển của y học hạt nhân, xạ trị. Cả nước có gần 10.000 thiết bị X-quang trong đó khoảng 900 máy CT (9 máy/triệu dân) và khoảng 400 máy tăng sáng truyền hình (4 máy/triệu dân) và 80 máy DSA. Số lượng máy tập trung vào các thành phố lớn và tỉnh như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Hải Phòng, Đồng Nai, Thanh Hóa, Nghệ An,...

b) Nhân lực ứng dụng BX&DVPC trong ngành y tế

Theo thống kê của các chuyên gia y tế, hiện tại có 318 bác sĩ xạ trị, 151 nhân viên VLYK và 356 kỹ thuật viên xạ trị tại. Theo thống kê của IAEA năm 2024, Việt Nam có khoảng từ 25-50 bác sĩ điện quang/triệu dân và 0,1-5 bác sĩ y học hạt nhân/triệu dân. Tuy nhiên, số lượng này còn chưa đáp ứng khuyến nghị của IAEA. Hầu hết các bác sĩ xạ trị, kỹ thuật viên xạ trị và các nhân viên VLYK chưa được đào tạo bài bản (mới trải qua các lớp thực tập ngắn hạn theo phương thức cầm tay chỉ việc), thiếu kiến thức nền tảng. Trừ chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa và kỹ thuật viên cho điện quang, các chương trình đào tạo cho bác sĩ và kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân về mặt nội dung chưa phù hợp với các chương trình chuẩn quốc tế². Số lượng được sỹ được phóng xạ được đào tạo còn rất ít, chưa đáp ứng với nhu cầu thực tiễn và triển vọng phát triển.

Ước tính cả nước có hàng chục ngàn bác sĩ điện quang và kỹ thuật viên điện quang (tỷ lệ khoảng 50 bác sĩ điện quang/triệu dân). Hiện nay, đã có chương trình đào tạo bác sĩ chuyên khoa I, II cho bác sĩ điện quang và chương trình cử nhân kỹ thuật y học. Do chưa có nhân viên VLYK làm việc trong cơ sở điện quang dẫn đến vấn đề điều bệnh nhân, đảm bảo chất lượng chưa được quan tâm đúng mức.

1.2. Trong ngành TN&MT

1.2.1. Hiện trạng ứng dụng BX&DVPC trong ngành TN&MT

* Trong lĩnh vực khí tượng thủy văn: Kỹ thuật hạt nhân áp dụng trong ngành khí tượng còn hạn chế. Hiện mới có một số nghiên cứu sử dụng kỹ thuật đo neutron vũ trụ trong xác định độ ẩm đất.

* Trong quản lý tài nguyên nước: Kỹ thuật thủy văn đồng vị đóng vai trò quan trọng trong công tác quản lý tài nguyên nước ở Việt Nam đặc biệt là tại khu vực Đồng bằng sông Hồng và Đồng bằng sông Cửu Long với các ứng dụng như: giải quyết một số vấn đề về nước ngầm tại đồng bằng Nam bộ và một số khu vực trọng điểm; nghiên cứu về nguồn gốc, sự hình thành và nguồn bổ cập nước dưới đất ở đồng bằng Nam Bộ; xác định sự bổ cập từ nước sông Hồng cho tầng chứa nước Pleistocen khu vực phía Nam sông Hồng; nghiên cứu nguồn gốc tự nhiên của arsen và nguồn gốc nhân tạo của nitrate trong nước ngầm tại khu vực TP. Hồ Chí Minh; nghiên cứu nguồn gốc và ảnh hưởng của các yếu tố gây ô nhiễm, nhiễm bẩn tới chất lượng nước sông. Việc quan trắc thành phần đồng vị trong nước sông Cửu Long, sông Hồng đang được duy trì để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới chế độ thủy văn của hai sông lớn. Kỹ thuật hạt nhân cũng đã được đưa vào

² Sau năm 2018, đã có một số trường đã mở đào tạo chuyên ngành VLYK bậc đại học hệ chính quy: trường Đại học Nguyễn Tất Thành – NTTU, Đại học Bách Khoa Hà Nội, Đại học KHTN TP. Hồ Chí Minh

ứng dụng để khảo sát vấn đề thấm mất nước ở hồ Dầu Tiếng, Đa Nhim; lưu lượng thấm qua thân đập Trị An, Hòa Bình để đánh giá an toàn công trình.

* Lĩnh vực địa chất và khoáng sản: Các hoạt động nghiên cứu, ứng dụng kỹ thuật hạt nhân tập trung vào xây dựng các quy trình phân tích, đo khí, nghiên cứu chế tạo một số đo như máy đo phóng xạ đường bộ, máy đo phổ gamma đáy biển; điều tra địa chất và đánh giá, thăm dò khoáng sản bằng các thiết bị đường bộ, gắn trên tàu biển, trên máy bay,... Một số nhiệm vụ, dự án có triển khai đo vẽ bức xạ phóng xạ song hành cùng với công tác đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm, thăm dò khoáng sản, đánh giá tiềm năng urani đã được hoàn thành.

* Lĩnh vực bảo vệ môi trường: Các hoạt động ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT chủ yếu thực hiện trong các nhiệm vụ, dự án như: xây dựng bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:250.000 cho toàn lãnh thổ Việt Nam; đánh giá chi tiết các diện tích ô nhiễm phóng xạ tự nhiên vùng Tây Bắc, Nghệ An và Cao Bằng và một số tỉnh Trung Bộ,...; quan trắc thường xuyên môi trường phóng xạ các mỏ khoáng sản (hàng năm). Công tác điều tra, đánh giá và thành lập bộ bản đồ môi trường khoáng sản độc hại trên lãnh thổ Việt Nam đang được triển khai và dự kiến kết thúc năm 2025.

1.2.2. Về thực trạng các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo

* Về mạng lưới cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo: Hiện nay, có 3 viện nghiên cứu thuộc Viện NLNTVN và 2 trung tâm/phòng nghiên cứu, ứng dụng chuyên về BX&ĐVPX trong ngành TN&MT tập trung ở Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh. Bên cạnh đó, có 8 phòng thí nghiệm thuộc 8 cơ sở nghiên cứu, đào tạo sử dụng BX&ĐVPX và đào tạo trong phân tích.

* Về cơ sở vật chất: Các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng của Bộ TN&MT đã được trang bị các thiết bị thuộc nhóm đo phóng xạ, môi trường phóng xạ; phân tích thí nghiệm,... Các phòng thí nghiệm sử dụng các phương pháp phân tích kỹ thuật bức xạ và kỹ thuật đồng vị phóng xạ đã được công nhận ISO/IEC 17025:2005. Năm 2018, phòng thí nghiệm địa chất và tài nguyên nước dưới đất cho Trường Đại học TN&MT Hà Nội đã được hoàn thành và đưa vào vận hành. Nhìn chung, công tác tăng cường cơ sở vật chất, nâng cấp trang thiết bị ứng dụng BX&ĐVPX đã được chú trọng, cơ bản đáp ứng được yêu cầu và quá trình phát triển sản xuất trong lĩnh vực địa chất, khoáng sản, môi trường, tài nguyên nước. Tuy nhiên, hệ thống thiết bị đo đặc bức xạ và địa vật lý hạt nhân hiện có chưa đáp ứng nhu cầu thực tiễn, một số thiết bị ít được vận hành nên nhanh xuống cấp, hoạt động kém chất lượng và không hiệu quả. Các mẫu cần xác định tuổi đồng vị trong ngành địa chất khoáng sản bắt buộc phải gửi phân tích nước ngoài.

* Về nhân lực: Nhân lực có trình độ từ đại học trở lên đang triển khai thực hiện các nhiệm vụ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong các lĩnh vực TN&MT là khoảng 100 người. Riêng nhân lực làm công tác QLNN về ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT còn mỏng, làm công tác kiêm nhiệm và chưa được bồi dưỡng chuyên sâu. Công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực của Bộ TN&MT chủ yếu thông qua việc chuyển giao công nghệ khi mua sắm thiết bị và các hoạt động nghiên cứu khoa học; các hoạt động sản; đào tạo về NLNT, ATBX.

Có thể thấy, hiện nay, đang thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao, có khả năng làm chủ công nghệ, thiết bị, không đáp ứng được các yêu cầu nghiên cứu và ứng dụng công nghệ tiên tiến.

1.3. Trong ngành nông nghiệp

Theo thống kê đến cuối năm 2023, Việt Nam đã chọn tạo và đưa vào sản xuất 80 giống cây trồng đột biến, trong đó chủ yếu là sử dụng tia bức xạ gamma bao gồm 55 giống lúa, 15 giống đậu tương, 3 giống hoa, 2 giống ngô còn lại là các giống cây trồng khác như táo, đậu xanh. Các giống lúa được chọn tạo bằng phương pháp đột biến, sử dụng tia phóng xạ có năng suất cao, thích nghi với biến đổi khí hậu góp phần đảm bảo an ninh lương thực, đưa Việt Nam trở thành nước xuất khẩu lương thực đứng thứ hai trên thế giới. Năm 2014, Việt Nam IAEA đánh giá là quốc gia đứng thứ tám thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu đột biến tạo giống. Tổng diện tích trồng các giống lúa đột biến cho phát triển KT-XH giai đoạn 2000 - 2023 là 2.234.530 ha với tổng sản lượng là 1.3838.411 tấn. Giống lúa ST25 của Anh hùng Lao động, kỹ sư Hồ Quang Cua và các nhà khoa học đến từ tỉnh Sóc Trăng đã được trao tặng cúp gạo ngon nhất thế giới năm 2019, 2023. Đến nay, ST25-ST24 đã được gieo trồng trên khoảng 238 nghìn ha với doanh thu khoảng 19.000 tỷ VNĐ/năm.

- *Về bảo quản và chế biến:* Mạng lưới cơ sở chiếu xạ và năng lực làm chủ chiếu xạ đã đang được mở rộng và tăng cường để xử lý kiểm dịch trái cây tươi, hải sản xuất khẩu. Việc khuyến khích xã hội hóa đầu tư trong lĩnh vực chiếu xạ đã đem lại thành công, góp phần hình thành những sản phẩm có giá trị gia tăng, nâng cao chất lượng sản phẩm nông nghiệp, thủy hải sản Việt Nam, phục vụ xuất khẩu. Đến nay, có 2/10 cơ sở nghiên cứu và ứng dụng chiếu xạ được cấp phép chiếu xạ kiểm dịch trái cây tươi xuất khẩu sang các nước có yêu cầu cao như Hoa Kỳ, Úc và New Zealand với công suất chiếu xạ lên đến 30 nghìn tấn quả/năm.

- *Về nông hóa, thổ nhưỡng:* Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông hóa thổ nhưỡng đã có một số kết quả nghiên cứu bước đầu về xói mòn đất canh tác nhằm giúp cho việc xây dựng các giải pháp khắc phục, quản lý và chống thoái hóa đất. Viện NLNTVN đã nghiên cứu ứng dụng công nghệ bức xạ chế tạo các chế phẩm dùng trong nông nghiệp bao gồm chất kích kháng bệnh thực vật, chất giữ nước giúp điều hòa độ ẩm đất và tăng hiệu suất sử dụng phân bón, chế phẩm kích thích tăng trưởng thực vật...; nghiên cứu, sản xuất được phân vi lượng đất hiếm dùng cho cây chè, ớt, bưởi cam bước đầu cho kết quả tốt tại Nhà máy chè Sông Lô, tỉnh Tuyên Quang.

- *Lĩnh vực bảo vệ thực vật:* Với sự hỗ trợ của IAEA, kỹ thuật triệt sản côn trùng (SIT) đã được các nhà khoa học tại Viện Bảo vệ thực vật - Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam triển khai với Mô hình IPM kết hợp với SIT quản lý ruồi hại quả trên diện rộng tại 1.967 ha trồng thanh long tại xã Hàm Hiệp, huyện Hàm Thuận Bắc, tỉnh Bình Thuận trong giai đoạn 2020 - 2022. Mô hình đã khống chế tốt mật độ ruồi trên vườn quả thanh long tại xã Hàm Hiệp, theo đó tỷ lệ quả thanh

long bị ruồi gây hại trung bình ba năm ở vườn vùng thực hành AW-IPM & SIT là 2,95%, trong khi tỷ lệ này ở vườn vùng đối chứng cao hơn (8,89%).

- *Lĩnh vực chăn nuôi, thú y:* Trong giai đoạn từ năm 2016 - 2022, IAEA/FAO đã hỗ trợ Trung tâm Chẩn đoán Thú y Trung ương, Cục Thú y trong việc tăng cường năng lực phát hiện sớm, chẩn đoán nhanh, chính xác các bệnh động vật truyền qua biên giới và bệnh động vật lây sang người. Ngoài ra, Trung tâm đã thiết lập quy trình chẩn đoán, phòng chẩn đoán xét nghiệm SARS-CoV-2 được Bộ Y tế cấp giấy chứng nhận ngày 17/4/2020 và ứng dụng phục vụ công tác chẩn đoán trong dịch Covid-19.

- *Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản:* Ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nuôi trồng thủy sản mới được nghiên cứu, ứng dụng từ năm 2020 đến nay. Năm 2021, Viện NLNTVN đã hợp tác với công ty Atom Feed để triển khai dự án nuôi tôm thẻ chân trắng tại cửa sông Cổ Chiên, huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre. Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy 98 ngày, tỷ lệ tôm rút của ao sử dụng đất hiếm là 5 con/kg, tăng 6-10 lần so với thông thường. Tôm thu hoạch trong ao sử dụng đất hiếm đạt khối lượng 24,8 con/kg, vào thời điểm thuận lợi có thể lên tới 15-22 con/kg.

1.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

1.4.1. NDT

- Về các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng NDT: Theo kết quả thống kê đã có hơn 80 cơ sở ứng dụng NDT-RT (chủ yếu là doanh nghiệp) sử dụng khoảng 190 máy phát tia X và 470 nguồn phóng xạ (chủ yếu Ir-182), đang hoạt động ở Việt Nam tập trung ở Hà Nội (22 cơ sở), TP. Hồ Chí Minh (28 cơ sở), Hải Phòng (8 cơ sở), số còn lại ở Vũng Tàu, Bình Dương, Khánh Hòa, Quảng Ngãi,...

- Về nhân lực: Đội ngũ nhân lực hoạt động trong lĩnh vực NDT nhanh chóng tăng lên khoảng 1000 người (có khoảng 40 người đạt trình độ cấp III theo các tiêu chuẩn quốc tế PCN, ISO-9712 và ASNT...) từng bước đáp ứng sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

- Về nghiên cứu - triển khai: Các phương pháp NDT đã được nghiên cứu triển khai, đưa vào ứng dụng thực tế trong công tác kiểm tra ở các đơn vị, nhà máy, dự án, công trình đòi hỏi chất lượng nghiêm ngặt hoặc chịu lực chịu tải lớn. Một số phương pháp mới, hiện đại bước đầu được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho chẩn đoán bệnh học công trình, kiểm tra khảo sát nền móng công trình nhà cao tầng, cầu cảng, cọc khoan nhồi.

1.4.2. Chiếu xạ

- Về cơ sở chiếu xạ: Đến ngày, ở nước ta có 15 cơ sở chiếu xạ (trong đó 10 cơ sở chiếu xạ thực phẩm, 5 cơ sở chiếu xạ khác) và 23 thiết bị chiếu xạ công nghiệp (14 thiết bị chiếu xạ thực phẩm, 9 thiết bị khác), trong đó có 15 thiết bị chiếu xạ sử dụng công nghệ gia tốc chùm điện tử/tia X.

- Về tiêu chuẩn, quy chuẩn: Thực tiễn chiếu xạ ở Việt Nam đã đáp ứng TCVN về chiếu xạ thực phẩm; tiêu chuẩn của Mỹ, Nhật, Úc về chiếu xạ trái cây, thực phẩm xuất khẩu. Việc xây dựng và công nhận đạt tiêu chuẩn GMP tại các cơ

sơ chiếu xạ chưa được chú trọng. Việt Nam chưa có phòng chuẩn quốc gia về liều chiếu xạ thực phẩm, liều chiếu xạ y tế.

- Về nhân lực: Nhân lực về chiếu xạ chủ yếu thuộc khối doanh nghiệp tư nhân và nhân lực nghiên cứu - triển khai. Nhân lực khối doanh nghiệp tư nhân khoảng hàng trăm người, có năng lực phù hợp cho vận hành. Nhân lực khối nghiên cứu - triển khai khoảng 150 người trong đó có 1 giáo sư, 5 tiến sỹ, 26 thạc sỹ.

1.4.3. Hệ điều khiển hạt nhân (NCS)

NCS đã được ứng dụng trong nhiều ngành bao gồm: dầu mỏ và khí đốt, khai thác, công nghiệp kim loại, sản xuất giấy, dệt, nhựa và cao su, công nghiệp hóa chất, công nghiệp xi măng.

- Về cơ sở ứng dụng: Đến tháng 12/2023, trong lĩnh vực ứng dụng công nghệ NCS và máy đo hạt nhân cả nước có khoảng 1267 cơ sở bức xạ, 3.505 máy phát tia X và 1.607 nguồn phóng xạ.

- Về cơ sở hạ tầng, các cơ sở ứng dụng NCS và máy đo hạt nhân đảm bảo yêu cầu quản lý ATBX, bảo đảm chất lượng/kiểm soát chất lượng (QA/QC). Việt Nam không sản xuất được nguồn phóng xạ, hầu như không có cơ sở bảo dưỡng, thay thế nguồn phóng xạ trong nước nên các doanh nghiệp phải nhập khẩu thiết bị và nguồn phóng xạ đồng bộ với xây dựng nhà máy. Phòng thí nghiệm về NCS và máy đo hạt nhân hầu như không được đầu tư thiết bị.

- Về nguồn nhân lực: Trong các cơ sở nghiên cứu - triển khai, số lượng nhân lực chuyên gia có khả năng thiết kế, chế tạo thiết bị rất hiếm, thiếu nhân lực bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế nguồn, thiết bị. Năng lực nghiên cứu - triển khai và đào tạo tại các trường đại học còn hạn chế và thiếu sự liên kết chặt chẽ với các ngành doanh nghiệp ứng dụng.

1.4.4. Đánh dấu (Tracer)

Giai đoạn 2006 - 2015, kỹ thuật đánh dấu đã được Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp thuộc Viện NLNTVN phát triển, không chỉ ứng dụng trên các mỏ ở Việt Nam (Bạch hồ, Rồng, Rạng Đông, Sư tử Đen, Chim sáo...) mà còn xuất khẩu sang nước ngoài như Cô-Oét, Angola và gần đây đang mở kênh dịch vụ sang Malaysia, các nước khác. Kỹ thuật đánh dấu cũng đã được trung tâm nghiên cứu để xác định phân bố thời gian lưu và phát hiện rò rỉ trong vận chuyển, chế biến dầu khí.

1.4.5. Soi chiếu

- Về cơ sở: Theo kết quả ước tính, đến nay có khoảng 300 cơ sở bức xạ với trên 1.610 máy phát tia X và trên 350 nguồn phóng xạ trong lĩnh vực công nghệ soi chiếu. Lĩnh vực ứng dụng công nghệ soi chiếu đã có bước tăng trưởng khá nhanh chóng trong những năm gần đây, đồng nhịp và có phần nhanh hơn tốc độ phát triển kinh tế nói chung và phát triển các ngành công nghiệp, phát triển lĩnh vực an ninh hải quan nói riêng.

- Về nghiên cứu, đào tạo: Việt Nam hiện chưa có những hoạt động đáng kể về nghiên cứu, đào tạo trong lĩnh vực công nghệ soi chiếu.

Có thể nói rằng đóng góp của kết quả hoạt động nghiên cứu - triển khai cho phát triển ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX trong công nghiệp ở Việt Nam còn khá khiêm tốn. Điều đó cũng phản ánh đầu tư cho lĩnh vực này còn hạn chế đặc biệt là trang thiết bị, phòng thí nghiệm và kinh phí các đề tài, dự án cấp quốc gia còn rất hạn chế và chưa có một chương trình KH&CN riêng cho lĩnh vực NLNT. Các cơ sở nghiên cứu chưa có sự kết nối với doanh nghiệp để giải quyết các khó khăn trong bài toán công nghệ phục vụ sản xuất.

2. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển cơ sở hạ tầng hạt nhân, thăm dò, chế biến, khai thác quặng phóng xạ

Thực hiện Nghị quyết số 31/2016/QH14 về việc dừng thực hiện chủ trương đầu tư Dự án ĐHN Ninh Thuận, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 545/QĐ-TTg ngày 20/4/2017 thành lập Ban Công tác liên ngành, có nhiệm vụ giúp Chính phủ, Thủ tướng Chính phủ xử lý các vấn đề về kinh tế - tài chính và kỹ thuật sau khi dừng Dự án. Thực hiện Nghị Quyết 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị và các văn bản chỉ đạo, các hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng vẫn được duy trì như hoàn thiện văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo, bồi dưỡng nhân lực, triển khai các điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên,...

3. Phân tích, đánh giá thực trạng phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

3.1. Đánh giá về thực trạng về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực

Trong giai đoạn 2010-2020 có khoảng 150 đề tài cấp Nhà nước trong lĩnh vực NLNT đã được triển khai với tổng kinh phí khoảng 430 tỷ đồng đã được thực hiện thông qua Quỹ Phát triển KH&CN quốc gia, Chương trình “Nghiên cứu, ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng”, Đề án “Phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp đến năm 2020”, “Quy hoạch chi tiết phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường đến năm 2020” và các nhiệm vụ hợp tác theo Nghị định thư. Các kết quả nghiên cứu đạt được là nền tảng cho việc ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT.

Từ năm 2016 đến nay, các hoạt động đào tạo, bồi dưỡng (chủ yếu khóa ngắn hạn 1-2 tuần) được tổ chức thông qua việc tự đào tạo, kinh phí hoạt động thường xuyên của các cơ quan, hỗ trợ của IAEA và các tổ chức quốc tế. Thực trạng hiện nay, nhân lực QLNN, nghiên cứu - triển khai đang đứng trước nguy cơ thiếu hụt chuyên gia, nhân lực trình độ cao, đặc biệt là nhân lực của Bộ KH&CN. Vì vậy, cần thiết phải xây dựng kế hoạch quốc gia về bồi dưỡng nhân lực trong lĩnh vực NLNT để đảm bảo tính thống nhất, hiệu quả, lâu dài và có trọng tâm.

3.2. Về bảo đảm an toàn, an ninh

Từ năm 2020 đến nay, Cục ATBXHN chủ trì hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật phục vụ công tác QLNN về an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân; rà soát, chuẩn bị dự án Luật NLNT sửa đổi; triển khai công tác cấp phép, thanh tra xử lý vi phạm nhằm bảo đảm an toàn đối với con người, môi trường và hiệu quả trong phát triển kinh tế, an ninh trật tự xã hội.

3.3 Đánh giá tình hình thực hiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia

“Quy hoạch mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia đến năm 2020” đã hết thời hạn thực hiện. Tuy nhiên, hàng năm công tác cập nhật và bổ sung số liệu quan trắc phóng xạ môi trường tại các trạm được thực hiện nhanh chóng và chính xác, bảo đảm kịp thời phát hiện diễn biến bất thường về bức xạ trên lãnh thổ Việt Nam và hỗ trợ việc chủ động ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân. Hiện nay, các đơn vị của Bộ KH&CN tham gia thực hiện Dự án hỗ trợ các nước ASEAN thiết lập mạng lưới quan trắc, cảnh báo sớm phóng xạ khu vực ASEAN và tăng cường mạng lưới quốc gia giai đoạn 2020 - 2021.

4. Tổng hợp đánh giá hiện trạng phát triển, ứng dụng NLNT

4.1 Về ứng dụng BX&ĐVPX

* Hoạt động nghiên cứu, ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH đã đạt được nhiều thành tựu và kết quả nổi bật.

+ Ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực y tế đã đạt được nhiều thành tựu trong khám chữa bệnh sử dụng các trang thiết bị, kỹ thuật chẩn đoán và điều trị hiện đại bằng y học hạt nhân. Tuy nhiên, thiếu biên chế, thiếu đội ngũ cán bộ chuyên môn và thiếu kinh phí để đầu tư, thành lập mới các trung tâm, các khoa về y học hạt nhân, xạ trị, điện quang tại 4/6 vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long. Việc đào tạo, bổ sung nhân lực chưa đồng bộ với đầu tư trang thiết bị. Hiện nay, Việt Nam chưa xây dựng được năng lực về bảo dưỡng, sửa chữa, lắp ráp, chế tạo thiết bị; chưa làm chủ được các kỹ thuật liên quan đến kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế, các kỹ thuật chẩn đoán và can thiệp liều cao đối với phụ nữ và trẻ em. Bên cạnh đó, việc phối hợp các ngành trong công tác kiểm tra, bảo đảm chất lượng, bảo đảm ATBX trong chẩn đoán và điều trị bệnh cũng chưa được thường xuyên. Cần có cơ chế về tài chính phù hợp để huy động nguồn tài chính từ ngân sách Nhà nước và địa phương, cũng như chính sách khuyến khích đầu tư theo chủ trương xã hội hóa trong ngành y tế. Ngoài ra, chúng ta cũng cần đẩy mạnh liên kết, phối hợp các Bộ, ngành trong đào tạo nguồn nhân lực, bác sỹ chuyên khoa xạ trị, bác sỹ y học hạt nhân, kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân, VLYK.

+ Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong lĩnh vực TN&MT có những kết quả nhất định trong thăm dò, đánh giá tài nguyên urani, tài nguyên nước, dự báo và phòng ngừa thiên tai, bảo vệ môi trường. Phát triển, ứng dụng bức xạ trong khí tượng, thủy văn, địa chất, khoáng sản và bảo vệ môi trường chưa được thực hiện đồng bộ, thiếu đầu tư cho trang thiết bị và đào tạo nhân lực, thiếu sự liên kết, phối hợp chặt chẽ với các ngành khoa học, công nghệ khác để khai thác thế mạnh, đạt hiệu quả ứng dụng cao. Một số nhiệm vụ, đề án đã được triển khai có kết quả, tuy nhiên nguồn kinh phí được cấp còn chưa tương xứng với nhiệm vụ và kế hoạch, tiến độ đặt ra. Trong thời gian tới, cần tích cực triển khai ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị có hiệu quả trong các lĩnh vực của ngành TN&MT; nâng cấp các phòng thí nghiệm và đào tạo cán bộ chuyên sâu; nghiên cứu tiếp cận các kỹ thuật, công nghệ mới tiến tới chủ động áp dụng trong lĩnh vực TN&MT.

+ Lĩnh vực nông nghiệp có những bước tiến đáng kể trong chọn tạo giống

cây trồng bằng phương pháp đột biến chiếu xạ kiểm dịch nông sản, thủy sản. Tuy nhiên, các nghiên cứu triển khai ứng dụng NLNT trong lĩnh vực nông nghiệp chưa có được sự đầu tư về cơ sở vật chất, nhân lực tương xứng với tiềm năng và triển vọng. Trong thời gian tới, cần tăng cường các ứng dụng BX&ĐVPX góp phần phát triển nền nông nghiệp bền vững; nâng cao năng lực nghiên cứu - triển khai, tiếp cận và làm chủ các kỹ thuật tiên tiến trong tạo chọn giống cây trồng đột biến; kiểm soát côn trùng, dịch hại, bảo vệ thực vật; quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; chăn nuôi và thú y; chế biến và bảo quản thực phẩm; một số ứng dụng NLNT trong nông nghiệp đạt trình độ khu vực và quốc tế.

+ Ứng dụng bức xạ trong công nghiệp cũng góp phần trực tiếp phục vụ nhu cầu sản xuất trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật quan trọng như dầu khí, hoá chất, giao thông, xây dựng. Trong giai đoạn tới, tăng cường ứng dụng kiểm tra không phá hủy, chiếu xạ công nghiệp, hệ điều khiển hạt nhân, soi chiếu và kỹ thuật đánh dấu trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác phục vụ kiểm soát và bảo đảm chất lượng các dự án, công trình, dây chuyền, sản phẩm; đẩy mạnh các hoạt động chuyển giao công nghệ BX&ĐVPX tiên tiến; bảo đảm phát triển bền vững, đa ngành, liên ngành.

4.2. Về phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

- Các nghiên cứu ứng dụng BX&ĐVPX đã đạt được nhiều kết quả trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT. Tuy nhiên nội dung và đối tượng nghiên cứu có sự dàn trải, thiếu tập trung, thiếu quy hoạch định hướng, trùng lặp, chưa thực sự bám sát yêu cầu giải quyết các nhiệm vụ về phát triển KT-XH từ thực tiễn. Sơ bộ có thể nhận thấy sự phát triển năng lực KH&CN ở các nhóm chuyên môn, phòng thí nghiệm chưa tăng đáng kể; việc hình thành các nhóm nghiên cứu mới còn hiếm; một số nhóm nghiên cứu có nguy cơ suy giảm về lực lượng rõ rệt;

- Đội ngũ cán bộ tuy đông đảo nhưng đang có nguy cơ thiếu hụt lực lượng chuyên gia;

- Đã hình thành hành lang pháp lý và hệ thống quản lý trong lĩnh vực NLNT;

- Hạ tầng kỹ thuật phục vụ bảo đảm ATBX, an ninh hạt nhân và ứng phó sự cố chưa được hoàn thiện;

- Công tác phát triển cơ sở hạ tầng năng lực hạt nhân trong giai đoạn qua đã đạt được nhiều kết quả trên các lĩnh vực như xây dựng hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, đào tạo và phát triển nguồn nhân lực, lựa chọn địa điểm, nghiên cứu công nghệ và an toàn NMDHN... Tuy nhiên, vẫn cần triển khai một khối lượng công việc lớn để hoàn thiện cơ sở hạ tầng hạt nhân cho Dự án Trung tâm KH&CN hạt nhân.

CHƯƠNG III. DỰ BÁO TRIỂN VỌNG, NHU CẦU PHÁT TRIỂN, ỨNG DỤNG NLNT VÀ NGUỒN NHÂN LỰC TRONG THỜI KỲ QUY HOẠCH

I. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng NLNT trên thế giới

1. Tình hình và xu thế phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành, lĩnh vực

1.1. Trong ngành y tế

a) Tình trạng mắc bệnh không lây nhiễm và liệu bệnh nhân

Theo số liệu thống kê của cơ quan nghiên cứu ung thư quốc tế về tình hình ung thư ở 185 quốc gia, vùng lãnh thổ năm 2020 ghi nhận tăng 2 triệu ca mắc mới ung thư (lên gần 19,3 triệu ca) và tăng 0,36 triệu ca tử vong [36] so với năm 2018, tỷ lệ tử vong do ung thư vào khoảng 51,6%. Các bệnh lý lây nhiễm mới nổi và các bệnh lý tim mạch, nội tiết và chuyển hoá,... cũng gia tăng đòi hỏi các phương pháp kỹ thuật sử dụng bức xạ ion hóa trong y tế một cách kịp thời.

Theo báo cáo mới nhất của tổ chức UNSCEAR 2020-2021, hơn 4,2 tỷ lượt người thực hiện chẩn đoán X-quang hàng năm trên thế giới. Số lượng thủ tục y học hạt nhân, xạ trị ước tính lần lượt là hơn 30 triệu, 5 triệu. Với sự tiến bộ của công nghệ hướng dẫn bằng hình ảnh, việc sử dụng liệu pháp xạ trị cơ thể lập thể đã được mở rộng sang nhiều bộ phận cơ thể với tỉ lệ kiểm soát khối u tại chỗ sau 3 năm đạt 88-100%, tỉ lệ sống thêm toàn bộ đạt 60-70%.

b) Những thành tựu mới trong xạ trị, y học hạt nhân và điện quang

Bên cạnh xạ trị bằng gia tốc thì xạ trị áp sát và các phương pháp xạ trị tiên tiến khác như proton, ion nặng, xạ trị Boron bắt neutron đã và đang được phát triển và sử dụng trên thế giới góp phần làm cho liệu pháp xạ trị ngày càng chính xác, trúng đích hơn và giảm thiểu tác dụng phụ, tăng hiệu quả điều trị. Một trong những hướng đi đầy hứa hẹn trong y học hạt nhân là sự phát triển liệu pháp kết hợp giữa chẩn đoán và điều trị dựa trên nền tảng các kỹ thuật y học hạt nhân hiện đại như SPECT, PET, hình ảnh phân tử,... cùng với việc phát triển các DCPX mới. Việc triển khai các giao thức chẩn đoán X-quang dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) ở các nước có thu nhập thấp và trung bình có thể nâng cao độ chính xác trong chẩn đoán, theo dõi, mô tả đặc điểm của bệnh và cung cấp các quy trình thu thập, xử lý và phân tích hình ảnh hiệu quả. Tuy nhiên, các giao thức này đòi hỏi nhu cầu dữ liệu, chi phí ban đầu và bảo trì lớn; số lượng và trình độ chuyên môn kỹ thuật của các chuyên gia cao.

c) Phơi nhiễm bức xạ trong lĩnh vực y tế

Theo báo cáo 2020-2021 của tổ chức UNSCEAR, tỷ lệ chụp CT, X-quang can thiệp, y học hạt nhân, X-quang thường quy lần lượt là 9,6%, 0,8%, 1% 62,8% nhưng liều tập thể do chúng gây ra là 61,6%, 8%, 7,2%, 23%. Có thể thấy đóng góp liều từ X-quang can thiệp đứng thứ nhất sau đó là chụp CT. IAEA đã ghi nhận được rằng có hơn 1% trong tổng số 2,5 triệu bệnh nhân chụp CT tái chụp nhiều lần trong thời gian từ 1-5 năm đã nhận được liều tích lũy $CED \geq 100$ mSv, có trường hợp bệnh nhân nhận 100 mSv chỉ trong một ngày.

d) Mạng lưới xạ trị trên thế giới

Các nước có thu nhập cao và trung bình có tỉ lệ số máy xạ trị/triệu dân lớn hơn 2 máy/triệu dân (các nước có màu xanh). Theo thống kê của IAEA [40], Việt Nam thuộc nhóm cỡ từ 2-5 triệu dân/1 đầu máy (các nước có màu vàng) tại thời điểm 2017, có khoảng từ 0-5 máy CT/triệu dân, khoảng 0-1 máy PET/ triệu dân và khoảng 0-2.5 máy SPECT/triệu dân.

đ) Dự báo nhu cầu nguồn nhân lực bác sĩ chuyên khoa, kỹ thuật viên y học bức xạ và nhân viên VLYK

Thống kê thực trạng nguồn nhân lực VLYK tại 6 vùng trên thế giới cho thấy mật độ nhân viên VLYK cao nhất là ở Mỹ và Canada (24,5 nhân viên VLYK/triệu dân), thấp nhất là ở Châu Phi (0,62 nhân viên VLYK/triệu dân) ở vùng Châu Á Thái Bình Dương (2,67 nhân viên VLYK/ triệu dân). Theo ước tính, nhu cầu nhân lực VLYK cần được đào tạo mới cho xạ trị đến năm 2035 trên toàn cầu vào khoảng 17.200 (đối với các quốc gia có thu nhập cao), 12.500 (đối với các nước có thu nhập trung bình cao), 7.200 (đối với các nước có thu nhập trung bình thấp); 2.400 (đối với các nước có thu nhập thấp) [42].

1.2. Trong ngành TN&MT

- Về khí tượng thủy văn: Phương pháp sử dụng tia neutron vũ trụ là phương pháp hiện trường mạnh nhất có thể tự động quan sát độ ẩm của đất trong vùng không gian có bán kính 260m, ở độ sâu vài dm đã được triển khai phổ biến ở Châu Âu. Kỹ thuật hạt nhân cũng đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu để đánh giá thay đổi lượng mưa trong khu vực, nguồn gốc của khối nước, xác định các nguồn gây ô nhiễm và đánh giá sức khỏe hệ sinh thái ven biển; tìm hiểu động lực trầm tích, tốc độ xói mòn và nguồn gốc trầm tích,...

- Về quản lý tài nguyên nước: Thủy văn đồng vị đã được sử dụng để nghiên cứu và quản lý tài nguyên nước ngày càng rộng rãi trên thế giới nói chung và khu vực ASEAN nói riêng với độ tin cậy và tính đặc thù cao như nguồn gốc và sự thay đổi lượng mưa; lưu lượng các dòng chảy mặt, nguồn gốc và bổ cập cho nước dưới đất; nguồn gốc chất ô nhiễm, hướng và tốc độ lan truyền ô nhiễm trong tầng chứa nước.... Hiện nay, đã có những trung tâm, cơ sở nghiên cứu và ứng dụng thủy văn đồng vị lớn, hiện đại mang tính dẫn dắt tại Mỹ, Trung Quốc.

- Về bảo vệ môi trường: Kỹ thuật hạt nhân và đồng vị được sử dụng nghiên cứu ô nhiễm môi trường, đánh giá khả năng lưu trữ carbon của đại dương, tác động của quá trình axit hóa đối với các sinh vật biển, xác định các kịch bản khí hậu trong tương lai, xử lý rác thải nhựa (tại 55 phòng thí nghiệm). Công nghệ bức xạ đã được triển khai ở Trung Quốc, Hàn Quốc,... để xử lý các chất ô nhiễm công nghiệp, biến đổi các chất ô nhiễm khác nhau thành các chất ít độc hại hơn. Nhiều nhà máy nhiệt điện đã lắp đặt các máy gia tốc điện tử để xử lý các khí thải ở Hoa Kỳ, Đức, Nhật Bản,...

- Tài nguyên đất: Kỹ thuật sử dụng các đồng vị phóng xạ rơi lãng tự nhiên và nhân tạo hỗ trợ quản lý tài nguyên đất, đánh giá tình trạng xói mòn đất, đánh giá hiệu quả các giải pháp bảo vệ đất hiện hữu; đánh giá đặc tính vật lý của sự hình thành địa chất.

- Địa chất khoáng sản: Các kỹ thuật hạt nhân (Phân tích kích hoạt neutron, phân tích phổ gamma, huỳnh quang tia X, carota,...) hỗ trợ nghiên cứu, điều tra, thăm dò, khai thác khoáng sản và ứng dụng các đồng vị phóng xạ xác định tuổi địa chất đã được triển khai phổ biến trên thế giới.

1.3. Trong ngành nông nghiệp

- *Lĩnh vực chọn tạo giống cây trồng*: Chiếu xạ tạo giống cây trồng đột biến đã được sử dụng trong nhiều thập kỷ và tạo ra khoảng 3.200 giống cây trồng mới. Các quốc gia như Mali, Namibia, Bangladesh sử dụng phương pháp này để tạo các giống lúa, đậu đỗ, cao lương,... có khả năng chống chịu hạn hán, nhiệt độ và sâu bệnh tốt hơn, năng suất cao. Xu hướng đang được triển khai rộng rãi là kết hợp phương pháp chọn tạo giống đột biến phóng xạ với công nghệ sinh học nhằm rút ngắn thời gian chọn lọc, nâng cao lợi ích kinh tế.

- *Lĩnh vực bảo quản và chế biến*: Các nước như Hoa Kỳ, New Zealand, Úc đã quy định liều chung được thường sử dụng trong chiếu xạ kiểm dịch. Hơn 60 quốc gia trên toàn thế giới đã đưa ra các quy định cho phép sử dụng chiếu xạ đối với các sản phẩm thực phẩm bao gồm gia vị, ngũ cốc, trái cây, rau và thịt. IAEA đang hợp tác với FAO và các tổ chức liên quan tiêu chuẩn hóa việc sử dụng chiếu xạ đối với thực phẩm trên toàn thế giới.

- *Lĩnh vực nông hóa, thổ nhưỡng*: Một số xu hướng ứng dụng kỹ thuật đồng vị trên thế giới hiện nay gồm có: nghiên cứu tương tác giữa cây trồng và môi trường; quá trình chuyển động và chuyển hóa dinh dưỡng trong cây trồng; phân tích nguồn gốc và quá trình sử dụng dinh dưỡng,..

- *Lĩnh vực bảo vệ thực vật*: SIT được áp dụng trên khắp thế giới và kiểm soát thành công quần thể của một số loài côn trùng nổi tiếng; trong cuộc chiến chống lại vi-rút gây chết người Ebola ở Brazil, châu Mỹ Latinh và Caribe. IAEA, FAO, WHO đang thúc đẩy các chương trình SIT trên các đối tượng côn trùng mới và đưa vào ứng dụng ở hơn 35 nước và vùng lãnh thổ, trong đó có thử nghiệm kiểm soát quần thể muỗi hoặc ruồi hại quả trên diện rộng ở Việt Nam.

- *Lĩnh vực chăn nuôi, thú y*: Các kỹ thuật hạt nhân và kỹ thuật phân tử được ứng dụng phát hiện sớm, kiểm soát và loại bỏ các dịch bệnh (cúm gia cầm, lở mồm long móng,...) một cách dễ dàng, nhanh chóng, với độ nhạy cao. Các phòng thí nghiệm chẩn đoán bệnh động vật quốc gia của 44 nước châu Phi và 19 nước châu Á hiện đang tham gia vào Mạng lưới các Phòng thí nghiệm chẩn đoán thú y. Ngoài ra, kỹ thuật hạt nhân còn ứng dụng xây dựng các băng lai tạo bức xạ trong việc lập bản đồ gen, kiểm chứng chẩn đoán mang thai sớm,...

- *Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản*: Công nghệ bức xạ giúp chế tạo các chế phẩm có độ tinh khiết cao, an toàn, thân thiện với môi trường để xử lý vi sinh vật gây bệnh nhiễm trong nước nuôi thủy sản, kích kháng bệnh, kích thích tăng trưởng.

1.4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

a) Lĩnh vực NDT

Theo số liệu ước tính từ Viện Kiểm tra không phá hủy Vương quốc Anh (BINDT) và Hội Kiểm tra không phá hủy Hoa Kỳ (ASNT), doanh số toàn cầu của

công nghiệp NDT năm 2019 lên tới 16,72 tỷ USD. Nhu cầu ứng dụng NDT tăng nhanh và liên tục, với tốc độ tăng trưởng trung bình tích lũy hàng năm (CAGR) khoảng 6,7% trong giai đoạn 2020-2025, doanh số này dự kiến sẽ đạt 24,65 tỷ USD vào năm 2025. Ước tính có hơn 120 nghìn kiểm tra viên NDT đang hoạt động trên toàn thế giới. Các hệ thống đánh giá, chứng nhận cá nhân thực hiện dịch vụ NDT cùng các chương trình đào tạo tương ứng đã được xây dựng và phát triển.

b) Chiếu xạ

- Chiếu xạ khử trùng, bảo quản, chế biến: Theo IAEA, hiện nay trên thế giới có khoảng 160 nhà máy chiếu xạ ở 50 quốc gia với 300 máy chiếu xạ gamma và máy gia tốc điện tử ở quy mô công nghiệp, 55 cơ sở tiến hành chiếu xạ thực phẩm và nghiên cứu các vấn đề liên quan đến chiếu xạ thực phẩm. Hơn 40% thiết bị y tế sử dụng một lần được sản xuất trên toàn thế giới được khử trùng bằng chiếu xạ gamma với sản lượng là 12 triệu m³ thiết bị y tế/năm. Thị trường chiếu xạ thực phẩm toàn cầu có tổng trị giá đạt 250 triệu đô la Mỹ và đang phát triển với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) là 5%. Hiện tại, hơn 40 quốc gia đã chấp thuận đơn xin chiếu xạ hơn 40 loại thực phẩm khác nhau.

- Biến tính vật liệu: chiếu xạ biến tính vật liệu đã triển khai ở quy mô công nghiệp và thương mại hóa sản phẩm như: sản xuất dây và cáp cách điện, lớp ô tô hoặc mũ cao su tự nhiên, các mặt hàng y tế, màng bọc thực phẩm,... Ở Nhật Bản, theo ước tính quy mô kinh tế về công nghệ bức xạ năm 2000, sản xuất lớp xe ô tô ứng dụng xử lý bức xạ trong khâu mạch cao su bằng máy gia tốc điện tử chiếm 92.4% tổng sản lượng, đạt tổng doanh thu hơn 10 tỉ đô la.

c) Kỹ thuật đánh dấu

Kỹ thuật đánh dấu đã được ứng dụng để khảo sát công nghiệp trên nhiều lĩnh vực như: hóa chất, phân bón, chế biến quặng, khai thác, vận chuyển và chế biến dầu khí, mỏ địa nhiệt, xử lý thải và khai thác nước ngầm... trong đó, ứng dụng trong công nghiệp dầu khí được phát triển phong phú và đa dạng nhất. Hiện nay, phương pháp này gặp trở ngại đối với các công trình cần quan trắc dài ngày do thời gian sống của đồng vị khá ngắn, dài nhất là của I-131 cũng chỉ có 8 ngày.

d) Kỹ thuật soi chiếu

Kỹ thuật soi chiếu được ứng dụng rộng rãi gồm: soi chiếu an ninh-hải quan tại các sân bay, bến cảng, soi chiếu kiểm tra lỗi sản phẩm trong các ngành công nghiệp như điện tử, đồ uống, thực phẩm. Năm 2019, thị trường máy quét tia X kiểm tra an ninh được định giá 2,73 tỷ USD và dự kiến đạt 4,07 tỷ USD vào năm 2025, với tốc độ CAGR là 6,88% trong giai đoạn dự báo 2020 - 2025. Cùng với sự gia tăng của lượng sân bay, trung tâm giao thông, sự phát triển của thương mại hàng hóa trên toàn cầu, thị trường máy quét tia X dự kiến sẽ phát triển theo cấp số nhân trong thời gian tới.

e) Hệ điều khiển hạt nhân

Ngành công nghiệp trên toàn thế giới sử dụng hệ thống điều khiển hạt nhân để kiểm soát và cải thiện chất lượng sản phẩm bằng tối ưu hóa quy trình và tiết kiệm năng lượng cũng như nguyên liệu. Hiện tại, có hơn 180 công ty ở Trung Quốc phát triển và sản xuất máy đo hạt nhân với trên 40 loại. Tại Nhật Bản, trong

lĩnh vực công nghiệp, các máy đo hạt nhân đã trở nên phổ biến trong thời kỳ kinh tế Nhật Bản tăng trưởng cao trước đây, các công ty nhỏ đang được kỳ vọng sẽ triển khai việc phát triển và sản xuất đồng hồ đo hạt nhân nhỏ sử dụng các nguồn phóng xạ thấp.

2. KH&CN hạt nhân

Hiện nay, trên thế giới có 437 tổ máy ĐHN đang vận hành ở 32 quốc gia/vùng lãnh thổ với tổng công suất là 389.5 GW(e), cung cấp 10% sản lượng điện toàn cầu, chiếm 1/4 sản lượng điện được tạo ra bằng công nghệ carbon thấp. IAEA dự báo, đến năm 2035 số nước có ĐHN sẽ tăng hơn 30% so với hiện nay (32 nước). Bên cạnh đó, theo đánh giá của Liên minh châu Âu, KH&CN hạt nhân đang trải qua thời kỳ phục hưng với sự nổi lên của lò phản ứng mô-đun nhỏ (SMR) nhiều ưu việt về an toàn và yêu cầu hạ tầng. Hiện có 70 loại thiết kế các lò SMR đang được phát triển với các ứng dụng khác nhau, trong đó có cả NMDHN nổi.

Lò phản ứng nghiên cứu vẫn có nhu cầu rất lớn phục vụ cho các nghiên cứu, phát triển và ứng dụng NLNT trong các ngành KT-XH. Hiện nay, trên thế giới có 235 lò phản ứng nghiên cứu đang hoạt động ở 53 nước, trong đó có lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt. Thống kê cho thấy, có 11 dự án lò phản ứng nghiên cứu mới đang được xây dựng ở 10 nước, 14 nước đã có kế hoạch xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới (trong đó có Việt Nam) và 16 nước đang xem xét chủ trương.

Phát triển công nghệ máy gia tốc trong một số lĩnh vực bao gồm: lĩnh vực phân tích hạt nhân với độ nhạy siêu cao áp dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống hiện đại như khảo cổ, y sinh, nghiên cứu biến đổi khí hậu, thủy văn, đại dương học... Nâng cao độ nhạy của kỹ thuật phân tích huỳnh quang tia X được tạo ra trên máy gia tốc Synchrotron với cường độ cao phục vụ nghiên cứu khoa học vật liệu như vật liệu nano, vật liệu sinh học và các loại vật liệu năng lượng [39].

II. Phân tích, đánh giá tác động từ các chủ trương, định hướng phát triển các quy hoạch, kế hoạch có liên quan, xu thế phát triển KT-XH, biến đổi khí hậu trong thời kỳ quy hoạch

1. Trong ngành y tế

Một số định hướng chính trong lĩnh vực y tế tác động đến phát triển, ứng dụng NLNT gồm: Phát triển mạng lưới cơ sở khám bệnh, chữa bệnh đủ năng lực cung ứng dịch vụ y tế có chất lượng đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe nhân dân. Phát triển một số bệnh viện chuyên sâu kỹ thuật cao, hiện đại ngang tầm các nước tiên tiến trong khu vực và quốc tế. Hoàn thiện phác đồ, quy trình, hướng dẫn điều trị y học hiện đại, chuẩn hóa mã bệnh theo quốc tế. Ban hành tiêu chí đánh giá, thực hiện kiểm định độc lập chất lượng bệnh viện phù hợp với thông lệ quốc tế. Tăng cường chuyển giao kỹ thuật chuyên môn trong trường hợp vượt quá khả năng điều trị tại chỗ. [15, 19, 22]. Đến năm 2025, 40% số người mắc một số bệnh ung thư được phát hiện ở giai đoạn sớm (đối với những bệnh ung thư nếu được phát hiện sớm có giá trị nâng cao hiệu quả điều trị); Giảm 20% tỷ lệ tử vong trước 70 tuổi do các bệnh ung thư, tim mạch, đái tháo đường và bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính so với năm 2015 [19].

2. Trong ngành TN&MT

Một số định hướng nghiên cứu ứng dụng KH&CN vào các lĩnh vực có tác động đến phát triển ứng dụng NLNT: Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ tự động hóa, AI, dữ liệu lớn trong quan trắc vào hoạt động của mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn quốc gia; nghiên cứu các nhiệm vụ KH&CN để khai thác hiệu quả dữ liệu từ mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn. Ưu tiên các hoạt động quan trắc, dự báo, cảnh báo; ứng dụng công nghệ tiên tiến, hiện đại, tăng cường công tác điều tra cơ bản phục vụ quản lý bền vững các nguồn tài nguyên nước; nghiên cứu xây dựng bộ bản đồ số cảnh báo mức độ hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn theo thời gian thực. Tăng cường ứng dụng KH&CN tiên tiến, hiện đại và hợp tác quốc tế về địa chất, khoáng sản và công nghiệp khai khoáng. Phát triển và nhân rộng các mô hình thích ứng với biến đổi khí hậu dựa vào tự nhiên, hệ sinh thái và dựa vào cộng đồng [8, 18, 20, 23, 24, 25, 26].

3. Trong ngành nông nghiệp

Một số định hướng phát triển trong ngành nông nghiệp cần có đóng góp của ứng dụng NLNT được tóm tắt như sau: Tăng cường quản lý chất lượng từ khâu giống, canh tác đến thu hoạch, bảo quản, chế biến bảo đảm sản phẩm trồng trọt. Phát triển nuôi trồng thủy sản theo hướng sinh thái, ứng dụng công nghệ cao. Bảo vệ môi trường đất đáp ứng xu thế mới kiểm soát mức độ suy thoái đất, bảo vệ “sức khỏe” đất, sức khỏe con người, động vật và môi trường sinh thái. Tập trung các hướng nghiên cứu: chọn tạo giống cây trồng; sử dụng tiết kiệm; nước sản xuất các loại phân bón công nghệ cao, chế phẩm sinh học, tác nhân phòng trừ sinh học, các loại vắc xin, thuốc, chế phẩm thú y, chọn tạo giống vật nuôi chủ lực có năng suất, chất lượng cao; đánh giá độ phì của đất canh tác và giải pháp quản lý, sử dụng,... [11, 12, 13, 14]

4. Trong ngành công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác

Một số định hướng chính trong lĩnh vực công nghiệp tác động đến phát triển, ứng dụng NLNT gồm: Phát triển nền công nghiệp có sức cạnh tranh quốc tế cao, có khả năng tham gia sâu vào mạng sản xuất và chuỗi giá trị toàn cầu. Tập trung phát triển một số ngành công nghiệp nền tảng, trong đó có công nghiệp năng lượng, cơ khí chế tạo, luyện kim, hóa chất, phân bón, vật liệu. Ưu tiên phát triển các ngành công nghiệp công nghệ số, công nghệ mới, công nghiệp công nghệ cao, nhất là điện tử, sản xuất chip bán dẫn, công nghiệp sinh học. Chú trọng phát triển công nghiệp công nghệ thông tin, công nghiệp chế biến, chế tạo phục vụ nông nghiệp. Phát triển công nghiệp khai thác, chế biến gắn với các vùng nguyên liệu, tài nguyên,...[10, 16, 27]

Mục tiêu đến năm 2030 phát triển ngành hải quan có ghi rõ 100% cảng, cửa khẩu quốc tế trọng điểm được triển khai hệ thống quản lý giám sát hàng hóa tự động, trang bị hệ thống soi chiếu hàng hóa, hành lý, hệ thống giám sát camera và các thiết bị hỗ trợ trong công tác kiểm tra, giám sát hải quan.

5. KH&CN hạt nhân, phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Chủ trương, định hướng phát triển, quy hoạch, kế hoạch có liên quan đến phát triển KH&CN hạt nhân, phát triển nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh:

- Nghị quyết 55-NQ/TW về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 của Bộ Chính trị ban hành ngày 11/02/2020 (khoản 7 mục III và khoản 3 mục IV).

- Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển đến năm 2030 (điểm g khoản 3 mục III).

- Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển ngành Công Thương đến năm 2030.

III. Phân tích, dự báo về các yếu tố, điều kiện, nguồn lực, bối cảnh, nhu cầu phát triển KT-XH

1. Ngành y tế

a) Tình trạng mắc bệnh ung thư và liệu bệnh nhân

Mỗi năm tại Việt Nam có 183 nghìn ca mới mắc bệnh ung thư và 123 nghìn người tử vong do ung thư [37] với tỷ lệ tử vong đáng báo động là 73.5%, trong khi tỉ lệ tử vong của thế giới chỉ ở mức 59.7% và tỷ lệ ở các quốc gia đang phát triển là 67,9%. Tổ chức WHO xếp Việt Nam nằm trong 50 nước thuộc nhóm 2 của bản đồ ung thư (50 nước cao nhất thuộc nhóm 1) [38]. Theo thống kê của Bộ Y tế, hàng năm, có khoảng gần 30 triệu lượt người chụp X-quang, trong đó có khoảng từ 2-3 triệu người chụp CT và MRI. Ước tính sơ bộ theo cách đánh giá của IAEA, hàng năm Việt Nam có khoảng 20.000 đến 30.000 người nhận được liều tích lũy cỡ 100mSv trở lên. Hiện nay, chưa có các số liệu thống kê về phơi nhiễm bức xạ trong y tế, tiến trình triển khai mô hình y tế cá thể hoá trong y học bức xạ còn chậm. Trong khi đó, vấn đề bảo đảm an toàn cho bệnh nhân trong chẩn đoán hình ảnh và can thiệp phải được đẩy mạnh hơn nữa.

b) Khả năng cung ứng dịch vụ khám chữa bệnh của các bệnh viện theo 6 vùng KT-XH

Phân bố giường bệnh tuyến Trung ương (TW) hiện đang tập trung vào khu vực Đồng bằng sông Hồng (53%), tiếp đó là khu vực Bắc Trung bộ và duyên hải Miền Trung (22%), Đông Nam bộ (19%). Tuy nhiên, tình hình cung ứng dịch vụ tập trung chủ yếu ở vùng Đồng bằng sông Hồng (49%) và Đông Nam bộ (34%) [29]. Các dịch vụ kỹ thuật của các bệnh viện hạng đặc biệt, bệnh viện đầu ngành như Bạch Mai, Chợ Rẫy, K... phát triển theo hướng chuyên sâu, được tổ chức thành các viện/trung tâm, được đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị, máy móc hiện đại để phát triển các dịch vụ kỹ thuật cao. Xu hướng phát triển của các bệnh viện tư hiện nay tạo ra sự cạnh tranh lành mạnh với khối cơ sở y tế công lập.

c) Tác động của CMCN 4.0

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đang làm thay đổi phương thức khám chữa bệnh, chăm sóc sức khỏe y tế. Dữ liệu lớn (bigdata), ứng dụng của AI, Internet kết nối vạn vật, công nghệ chuỗi khối, đang làm thay đổi một cách tích cực toàn bộ hệ thống y tế trong chăm sóc sức khỏe nhân dân, đặc biệt là chuyên môn, nghiệp vụ, cách thức làm việc của cán bộ, nhân viên ngành y tế [29].

2. Ngành TN&MT

Việc lồng ghép tối đa mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia với mạng lưới quan trắc TN&MT và mạng lưới quan trắc khác có liên quan trên cơ sở ứng dụng mạnh mẽ công nghệ mới và hạ tầng sẵn có đã tạo cơ hội để đưa ứng dụng kỹ thuật hạt nhân vào xác định độ ẩm của đất trên diện rộng. Việc ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường lưu vực sông, quan trắc phóng xạ ở các mỏ khoáng sản tiếp tục được triển khai, phân tích các dạng tai biến do vận động địa chất, xác định các vùng có nguy cơ sụt lún phù hợp với những yêu cầu đặt ra trong quy định và quy hoạch bảo vệ môi trường. Bảo đảm an ninh nguồn nước là vấn đề thiết yếu, cấp bách trong bối cảnh nguồn nước đòi hỏi phải đẩy mạnh việc áp dụng tiến bộ KH&CN trong đó có kỹ thuật hạt nhân trong quản lý, tối ưu khai thác tài nguyên nước. Để bảo đảm khai thác tài nguyên bền vững, trong giai đoạn tới, ưu tiên thực hiện các nhiệm vụ lập bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 phần đất liền; điều tra, đánh giá khoáng sản ẩn, sâu, khoáng sản có nhu cầu sử dụng cao; điều tra tai biến địa chất phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu. Kỹ thuật hạt nhân có thể tham gia giải quyết các vấn đề ưu tiên nói trên.

3. Ngành nông nghiệp

Nông nghiệp Việt Nam có vai trò quan trọng góp phần bảo đảm an ninh lương thực thế giới, kim ngạch xuất khẩu nông sản chiếm tỷ trọng cao. Về giá trị xuất khẩu của Việt Nam so với giá trị xuất khẩu của thế giới năm 2020: gạo chiếm 11,3%, rau quả chiếm 2,1%, tôm chiếm 17%, cá tra chiếm 95%,... Kim ngạch xuất khẩu (năm 2020): cá tra đứng thứ nhất, gạo (giá trị xuất khẩu gạo đạt 3,12 tỷ USD, bằng 12,2% so với thế giới), cây ăn quả có mức tăng nhanh nhất, kim ngạch xuất khẩu rau quả đã tăng từ 1,095 tỷ USD năm 2013 lên 1,84 tỷ USD năm 2015 và 3,27 tỷ USD năm 2020. Một số vấn đề đặt ra đối với nông nghiệp, bao gồm áp dụng KH&CN chưa mạnh, chưa tạo được đột phá về giá trị gia tăng cho sản phẩm, công tác chọn tạo giống chưa đạt yêu cầu; quản lý việc sử dụng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật còn nhiều bất cập; Dịch bệnh trên vật nuôi phức tạp và gây ảnh hưởng lớn, đóng góp của công nghiệp chế biến vào gia tăng giá trị chưa cao. Yêu cầu phát triển nông nghiệp bền vững, thích nghi với biến đổi khí hậu đòi hỏi sự phát triển, ứng dụng nhanh chóng các tiến bộ KH&CN, trong đó có công nghệ bức xạ và kỹ thuật hạt nhân.

4. Ngành công nghiệp

Cùng với sự phát triển của công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, ngành công nghiệp đã được đẩy mạnh, trong đó có các ngành có nhu cầu ứng dụng NLNT ngày càng cao: ngành dầu khí đang trong giai đoạn khai thác tăng cường đòi hỏi các kỹ thuật hiện đại chuyên sâu, chi phí rẻ; ngành cơ khí đạt tốc độ tăng trưởng trung bình 10,06%/năm, đóng góp 1,28 điểm % vào tăng trưởng chung của toàn ngành công nghiệp đã mở cơ hội cho việc tham gia thiết kế, chế tạo một số thiết bị ứng dụng kỹ thuật hạt nhân. Sự phát triển các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, đồ uống, hóa chất, xi măng,... đòi hỏi nhu cầu ứng dụng NDT, NCS, soi chiếu ngày càng cao. Sự phát triển của các ngành cao su, bán dẫn, linh kiện điện tử,... cũng đưa đến cơ hội và tiềm năng ứng dụng kỹ thuật hạt nhân.

5. Lĩnh vực KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh

Các yếu tố có thể tác động đến phát triển KH&CN hạt nhân, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân bao gồm:

Các chủ trương, chính sách lớn của Đảng, Nhà nước về phát triển KH&CN cùng với hệ thống pháp luật được hoàn thiện. Bối cảnh KT-XH đòi hỏi phải tăng cường đầu tư, đổi mới, nâng cao năng lực của cơ sở nghiên cứu nói chung và các cơ sở nghiên cứu KH&CN hạt nhân nói riêng. Chất lượng GD&ĐT nguồn nhân lực KH&CN đang được khuyến khích, có nhiều cơ hội hợp tác quốc tế. Việc phê duyệt đầu tư Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân, dự kiến đưa vào vận hành khoảng 2032 là yếu tố quan trọng để phát triển tiềm lực KH&CN, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh hạt nhân.

Nhu cầu năng lượng của Việt Nam dự kiến sẽ tăng cao trong những năm tới do KT-XH phát triển. Năng lượng hạt nhân được xem là nguồn năng lượng tiềm năng, là yếu tố quan trọng của “cách mạng xanh” trong tương lai gần, giảm phát thải, ứng phó biến đổi khí hậu. Chuyển đổi số, AI góp phần thúc đẩy ứng dụng KH&CN hạt nhân trong nhiều lĩnh vực như y tế, nông nghiệp, công nghiệp, dẫn đến phải đầu tư tiềm lực về hạ tầng cơ sở, công nghệ và đào tạo nguồn nhân lực để đáp ứng với những yêu cầu mới.

IV. Tổng hợp đánh giá triển vọng, nhu cầu phát triển, ứng dụng NLNT, đánh giá liên kết ngành, liên kết vùng trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT

1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực y tế

1.1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng y học hạt nhân

Việc so sánh mức độ phát triển y học hạt nhân của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng y học hạt nhân ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển ứng dụng công nghệ y học hạt nhân. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển là 30-50% các tỉnh có khoa y học hạt nhân. Mạng lưới các cơ sở/khoa y học hạt nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng Sông Cửu Long đạt 0,3-0,5 máy SPECT hoặc PET/triệu dân. Căn cứ kết quả trong nghiên cứu này, có thể dự báo nhu cầu thiết bị, nhân lực, DCPX và từ đó xây dựng kế hoạch phát triển. Về nhân lực, cần đạt 5 bác sỹ chuyên khoa y học hạt nhân/triệu dân, 10 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong điện quang và y học hạt nhân. Dự báo đến năm 2050, 100% thành phố, tỉnh có khoa y học hạt nhân được trang bị từ 1-1,1 máy (SPECT, SPECT/CT hoặc PET/CT, PET/MRI) /1 triệu dân.

1.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng xạ trị

Việc so sánh mức độ phát triển xạ trị của các quốc gia có thu nhập trung bình và cao với hiện trạng xạ trị ở nước ta trong tương quan với phát triển KT-XH là cần thiết khi xây dựng mục tiêu phát triển đối với xạ trị. Với dự báo tăng trưởng GDP khoảng 7,05%/năm ở Việt Nam, có thể đặt ra mục tiêu phát triển 50 - 60% các tỉnh có khoa xạ trị. Mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung, Tây

Nguyên, Đồng bằng Sông Cửu Long đạt 0,5-0,7 máy xạ trị trên triệu dân. Về nhân lực, cần đạt 5 bác sỹ chuyên khoa xạ trị/triệu dân, 5 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong xạ trị. Dự báo đến năm 2050, 80% thành phố, tỉnh có khoa xạ trị với số lượng đạt 1-1,1 máy xạ trị/triệu dân.

1.3. Triển vọng và nhu cầu phát triển điện quang

Theo xu hướng chung của thế giới, dự báo đến năm 2030, có 30-50 bác sỹ điện quang/triệu dân và số kỹ thuật viên gấp 2-3 lần bác sỹ điện quang. Đến năm 2050, đạt tỷ lệ 10-20 máy CT/triệu dân, khuyến khích đầu tư loại CT hiện đại, có chế độ vận hành ở liều thấp; bảo đảm các bệnh viện tuyến trung ương, tuyến tỉnh, thành phố và khu vực có máy chụp mạch, máy chụp X-quang nhũ ảnh. Việc triển khai các giao thức chẩn đoán X-quang dựa trên AI ở các nước có thu nhập thấp và trung bình có thể nâng cao độ chính xác trong chẩn đoán, theo dõi, mô tả đặc điểm của bệnh và cung cấp các quy trình thu thập, xử lý, phân đoạn và phân tích hình ảnh hiệu quả. Để triển khai hiệu quả các kỹ thuật và công nghệ tiên tiến này ngoài việc đầu tư trang thiết bị, việc đào tạo đội ngũ chuyên gia cũng rất quan trọng. Việc này không chỉ cần có kế hoạch liên quan tới đầu tư mà cần cả thời gian để đào tạo nguồn nhân lực đủ trình độ. Vì vậy, đến năm 2030, cần từng bước xây dựng bộ dữ liệu lớn quốc gia nhằm triển khai kỹ thuật, công nghệ AI trong chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân; triển khai chiến lược chuyển đổi số trong quản lý và xử lý dữ liệu chẩn đoán hình ảnh, quản lý liều bệnh nhân và kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế.

1.4. Nhu cầu về DCPX

Dự báo nhu cầu DCPX đến năm 2030 là 8.300Ci, DCPX từ lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt (với điều kiện bảo đảm có đủ nhiên liệu) là 3.530Ci, đáp ứng được 42% nhu cầu DCPX trong nước.

2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực TN&MT

2.1. Khí tượng, thủy văn

Kỹ thuật neutron tia vũ trụ là một trong những giải pháp KH&CN hữu hiệu hỗ trợ quan trắc độ ẩm đất, lập bản đồ độ ẩm đất, giám sát cảnh báo xâm nhập mặn trên diện rộng góp phần đáp ứng mục tiêu đặt ra trong Đề án hiện đại hóa ngành khí tượng thủy văn đến năm 2025, thời kỳ 2026-2030. Ứng dụng kỹ thuật đồng vị là một trong những phương pháp đầy triển vọng ứng dụng trong nghiên cứu về khí tượng, xây dựng mô hình mô phỏng nhận định các quá trình xảy ra trong khí quyển giúp, xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào, phân tích thông tin phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu. Việc ứng dụng kỹ thuật thủy văn đồng vị trong đó thiết lập các trạm quan trắc xây dựng các đường đồng vị bên nước hệ thống các sông lớn Việt Nam cho phép đánh giá thay đổi chế độ mưa và phân bố mưa.

2.2. Tài nguyên nước

Với tình trạng khai thác nước cũng như chất lượng nguồn nước hiện tại, cần phải đẩy mạnh ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong khai thác và sử dụng tài nguyên nước đối với các vùng KT-XH. Bên cạnh mở rộng ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và đồng vị nâng cao hiệu quả sử dụng nước trong nông nghiệp -

lĩnh vực tiêu thụ nước lớn nhất - cũng sẽ góp phần khai thác và sử dụng tài nguyên nước bền vững. Kỹ thuật hạt nhân trong đánh giá hiệu suất sử dụng nước của cây trồng đã được nghiên cứu bước đầu tại nước ta và rất đáng được đầu tư phát triển, mở rộng ứng dụng, phù hợp với xu thế chung của thế giới.

2.3. Địa chất, khoáng sản

Các định hướng về địa chất, khoáng sản đã được đưa ra trong các quy hoạch, chiến lược bao gồm: điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản; điều tra, đánh giá đầy đủ các điều kiện địa chất, tiềm năng tài nguyên khoáng sản và các tài nguyên địa chất khác; điều tra tai biến địa chất các khu vực miền núi, ven biển có nguy cơ cao; điều tra địa chất môi trường... mở ra các cơ hội và triển vọng phát triển kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực điều tra cơ bản địa chất, khoáng sản.

2.4. Bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu

Suy thoái đất là một vấn đề quan trọng đối với Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và tăng cường phát triển bền vững. Kỹ thuật hạt nhân là một trong những phương pháp đầy triển vọng trong việc đánh giá, lựa chọn phương thức canh tác trên đất dốc một cách hợp lý bảo vệ đất, chống xói mòn. Bên cạnh đó, kỹ thuật hạt nhân giúp đánh giá sự thay đổi của hệ sinh thái ven bờ, những biến đổi vùng bờ do tác động của biến đổi khí hậu trong điều kiện vùng ven biển của Việt Nam được đánh giá là một trong các vùng chịu ảnh hưởng nhiều nhất của biến đổi khí hậu.

3. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực nông nghiệp

- Trước những yêu cầu ngày càng cao trong xuất khẩu gạo, trái cây (hàng rào kỹ thuật trong thương mại, truy xuất nguồn gốc,...), nhu cầu chọn tạo các giống cây trồng có khả năng chống chịu bệnh, thích nghi với biến đổi khí hậu, có giá trị thương mại cao ngày càng cao. Do các ưu thế của kỹ thuật hạt nhân, đặt ra nhiều triển vọng ứng dụng trong thao tác và chỉnh sửa gen di truyền, tạo các giống cây trồng và vi sinh vật có nhiều tính trạng tốt; sản xuất cây giống sạch bệnh, sản xuất thịt nhân tạo, giúp tăng cường hiệu quả sản xuất nông nghiệp, đẩy mạnh phát triển nông nghiệp xanh, bền vững.

- Nhu cầu và tiềm năng ứng dụng chiếu xạ polyme dùng trong nông nghiệp là rất lớn. Các chế phẩm tạo ra bằng phương pháp chiếu xạ như oligosaccarit, nano gel, chất siêu hấp thụ nước, phân bón lá nano... có ưu điểm là độ tinh khiết cao do không dùng hóa chất để khâu mạch cũng như cắt mạch, an toàn cho con người cũng như môi trường do vậy rất phù hợp cho các ứng dụng trong nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp sạch.

- Chiếu xạ nông sản được coi là phương pháp bảo quản nông sản an toàn và hiệu quả với nhiều lợi ích mang cho người tiêu dùng, doanh nghiệp và xã hội. Việc ứng dụng các công nghệ chiếu xạ và tuân thủ các nguyên tắc, quy trình vận hành tại các nhà máy chiếu xạ sẽ góp phần cho doanh nghiệp xuất khẩu Việt Nam tăng giá trị và hiệu quả của hoạt động xuất khẩu nông, thủy sản và hàng hoá trên thị trường thế giới, đặc biệt sang các nước có yêu cầu cao như Úc, Mỹ.

- Kỹ thuật tiết sinh côn trùng: Kết hợp với các phương pháp kiểm soát khác, SIT đã thành công trong việc kiểm soát một số loài côn trùng gây hại lớn. Ở Việt

Nam, SIT mới được nghiên cứu ứng dụng trên ruồi đục quả thanh long khu vực Bình Thuận. Như vậy kỹ thuật SIT còn rất nhiều tiềm năng và triển vọng phát triển sang các đối tượng côn trùng khác phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững, đẩy mạnh xuất khẩu.

4. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực công nghiệp

4.1. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng NDT

Nhờ tốc độ phát triển như vũ bão của ngành tin học, các công cụ mô phỏng trong đó các kết quả NDT đóng vai trò cung cấp thông tin đầu vào nhằm giải quyết những vấn đề kỹ thuật học búa trong thực tiễn của các ngành công nghiệp. Nếu làm chủ được công nghệ song song với nâng cao kiến thức về vật liệu, công nghệ gia công,... các cơ sở nghiên cứu - triển khai có thể tham gia giải bài toán về đánh giá tuổi thọ còn lại của các cấu kiện trong các nhà máy - vấn đề hết sức cấp bách đặt ra cho các ngành công nghiệp ở Việt Nam. Một trong nhiệm vụ đặt ra nữa là đánh giá cơ sở lò phản ứng nghiên cứu (lò phản ứng Đà Lạt và Dự án lò phản ứng nghiên cứu mới), công nghiệp hóa dầu và khí đốt, sản xuất điện,...

4.2. Triển vọng và nhu cầu ứng dụng chiếu xạ

Với những lợi thế và ưu việt của công nghệ chiếu xạ, cùng với thực tiễn phát triển và tham gia tích cực vào thị trường chiếu xạ quốc tế của các doanh nghiệp chiếu xạ Việt Nam, có thể đánh giá việc phát triển ứng dụng công nghệ chiếu xạ ở Việt Nam trong thời gian tới có một nhu cầu khá lớn với CAGR khoảng 7-10%/năm. Điều đó dẫn đến nhu cầu cần thiết duy trì mức độ tăng trưởng hiện nay và đầu tư mở rộng các cơ sở chiếu xạ công nghiệp trong thời gian tới. Ngoài ra, với làn sóng chuyên dịch sản xuất từ Trung Quốc sang Việt Nam, chúng ta cần chú trọng nâng cao năng lực trong việc chiếu xạ dụng cụ, vật tư y tế nhằm đáp ứng nhu cầu của các nhà sản xuất có thị trường xuất khẩu.

4.3 Triển vọng và nhu cầu NCS và máy đo hạt nhân

Tốc độ tăng trưởng cao của thị trường các máy đo hạt nhân trong giai đoạn 2012- 2021 theo đánh giá là CAGR khoảng 25%. Với số lượng máy và nguồn phóng xạ được ứng dụng ngày nhiều ở Việt Nam cùng với quá trình công nghiệp hóa mạnh mẽ trong giai đoạn tới, việc phát triển ứng dụng công nghệ NCS chắc chắn sẽ tạo cơ hội và động lực cho hoạt động nghiên cứu - triển khai của Việt Nam. Ngoài ra, việc xây dựng lò phản ứng nghiên cứu mới sẽ tạo khả năng cung cấp nguồn phóng xạ (chẳng hạn như Ir-192). Dư địa và cơ hội trong giai đoạn tới sẽ là động lực thúc đẩy sự quan tâm và đầu tư cho các đơn vị nghiên cứu - triển khai, phát triển nguồn nhân tạo nền tảng để nâng cao năng lực nội sinh của Việt Nam trong lĩnh vực NCS nói riêng và các lĩnh vực công nghệ hạt nhân nói chung.

4.4. Kỹ thuật đánh dấu

Hiện nay nhiều mỏ đang đi vào giai đoạn khai thác tăng cường hay còn gọi là giai đoạn khai thác tận thu, công nghệ bơm ép phức tạp và tốn kém hơn giai đoạn thứ cấp vì vậy nhu cầu ứng dụng kỹ thuật đánh dấu có khả năng cao hơn so với giai đoạn trước đây. Nhu cầu kiểm tra chất lượng trám xi măng, kiểm tra quá trình nứt vỡ thủy lực, tối ưu hóa quá trình công nghiệp khá cao trong sản xuất,

bảo đảm an toàn các công trình xây dựng. Tuy nhiên công nghệ này còn chưa được phát triển ở Việt Nam.

4.5. Soi chiếu

Với động lực tăng trưởng kinh tế đến từ việc thu hút vốn đầu tư FDI vào Việt Nam, sự phát triển các sân bay dân sự, nhu cầu vận tải hàng hóa ngày càng tăng. Khi mà hệ thống soi chiếu (16 máy tại 7 Cục hải quan) đặt tại các cảng đều đã quá tải, việc đầu tư hệ thống soi chiếu sẽ tiếp tục gia tăng, đòi hỏi có sự tư vấn, hỗ trợ kỹ thuật của đội ngũ nghiên cứu - triển khai. Trong sản xuất công nghiệp, công nghệ soi chiếu được ứng dụng kiểm tra chất lượng sản phẩm như bo mạch, linh kiện điện tử, kiểm tra vật thể lạ trong các sản phẩm thực phẩm và đồ uống. Bên cạnh đó Việt Nam có nguồn cung lớn và phong phú các sản phẩm nông sản, thủy sản và thực phẩm cho thị trường nội địa và xuất khẩu. Do đó, ứng dụng soi chiếu trong kiểm tra sản phẩm trong ngành sản xuất thực phẩm và đồ uống, linh kiện điện tử có tiềm năng tăng trưởng cao, thích ứng với các nhu cầu về nâng cao mức độ hiện đại của quy trình sản xuất.

5. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

5.1. Nhu cầu phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân

Tiềm lực khoa học và công nghệ hạt nhân của nước ta đang ở vị trí khá thấp so với các nước thuộc khu vực châu Á và ở mức trung bình trong các nước Đông Nam Á. Nâng cao tiềm lực, trình độ KH&CN hạt nhân là rất cần thiết nhằm giải quyết các vấn đề thực tiễn như nâng cao chất lượng, an toàn sản xuất; chăm sóc, điều trị bệnh; chất lượng giống cây trồng và có những đóng góp bước đầu trong địa chất, khoáng sản, bảo vệ môi trường; hỗ trợ quản lý bảo đảm an toàn bức xạ. Với việc xây dựng và đưa vào vận hành thành công Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân, tiềm lực KH&CN hạt nhân của Việt Nam sẽ phát triển lên một bước mới, góp phần đóng góp cho phát triển KT-XH, đặc biệt là cho ngành y tế.

5.2. Nhu cầu nhân lực

Trong lĩnh vực y tế, dự báo nhu cầu nhân lực VLYK đến năm 2030 là 1.500 và đến năm 2050 sẽ cần từ 2.400 đến 3.600 nhân viên VLYK. Bên cạnh đó, cần đào tạo, bổ sung nguồn nhân lực đồng bộ với đầu tư trang thiết bị, đạt tỷ lệ 5 bác sĩ chuyên khoa xạ trị/triệu dân và 5 bác sĩ y học hạt nhân/triệu dân; 10 kỹ thuật viên xạ trị và 10 kỹ thuật viên y học hạt nhân/triệu dân; 30-50 bác sĩ điện quang/triệu dân, bảo đảm tỷ lệ phù hợp giữa kỹ thuật viên và bác sĩ điện quang; chú trọng đào tạo nhân lực VLYK.

Nhu cầu nguồn nhân lực ứng dụng BX&ĐVPX tăng trưởng cùng với sự phát triển cả về số lượng và quy mô của các cơ sở chiếu xạ (20 cơ sở), NDT (mở rộng thêm 30-35 phòng thí nghiệm NDT, 10 tổ chức hoạt động giám định) trong giai đoạn đến năm 2030. Bên cạnh đó, cần phát triển nguồn nhân lực nghiên cứu - triển khai có đủ năng lực, trình độ triển khai các hoạt động hỗ trợ kỹ thuật, tư vấn ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp, trong đó có việc hình thành nhóm

nghiên cứu về điện tử hạt nhân và lập trình, xử lý hình ảnh số, có năng lực sửa chữa bảo dưỡng các thiết bị NCS ở Việt Nam.

Ước tính, đến năm 2030, cần đào tạo thêm 1000 cử nhân-kỹ sư, 250 thạc sỹ, 50 tiến sỹ chuyên ngành hạt nhân để đáp ứng nhu cầu phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong các ngành kinh tế - kỹ thuật của Việt Nam.

5.3. Nhu cầu bảo đảm an toàn, an ninh

Nhằm bảo đảm ATBX và an ninh nguồn phóng xạ, cần thiết phải tăng cường quản lý: cập nhật thông tin về cơ sở bức xạ và nguồn phóng xạ, thống kê đầy đủ, chi tiết, rõ ràng. Đồng thời phổ biến văn bản quy phạm pháp luật, cập nhật kiến thức bảo đảm ATBX cho các cán bộ, nhân viên của cơ sở bức xạ thường xuyên; kiểm tra sau cấp phép được tổ chức định kỳ hàng năm nhằm xem xét, tuân thủ, chấp hành pháp luật của đơn vị quản lý, sử dụng; phê duyệt kế hoạch ứng phó với sự cố bức xạ tại các đơn vị.

6. Đánh giá liên kết vùng, liên kết ngành trong việc phát triển hệ thống các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo trong lĩnh vực NLNT

6.1. Đánh giá liên kết vùng

a) Về kết cấu hạ tầng

Kết cấu hạ tầng kết nối vùng và liên vùng được quan tâm đầu tư, tạo động lực mạnh mẽ cho phát triển kinh tế. Kết cấu hạ tầng giao thông bao gồm 4 phương thức vận tải chính: đường bộ, đường sắt, hàng không, đường thủy nội địa và cảng biển. Các hệ thống giao thông kết nối chặt chẽ với nhau, bảo đảm giao thương, góp phần tích cực vào sự phát triển kinh tế- xã hội của đất nước, nâng cao chất lượng cuộc sống người dân [28, 29, 30]. Công nghệ thông tin đã góp phần tích cực vào phòng, chống dịch bệnh Covid-19 tại Việt Nam thời gian qua. Đã đưa vào vận hành nền tảng hỗ trợ tư vấn khám, chữa bệnh từ xa (Telehealth) kết nối tới 100% cơ sở y tế tuyến huyện và Trung tâm công nghệ phòng, chống dịch Covid-19 Quốc gia [30]

b) Đánh giá liên kết vùng đến phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo

- Đối với các cơ sở đào tạo: Sự phân bố các cơ sở đào tạo đại học vật lý hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân, y học hạt nhân, xạ trị, VLYK tập trung ở thành phố Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh phù hợp với yêu cầu phát triển KT-XH của địa phương, đất nước, quy mô phát triển dân số. Do công tác dự báo nhu cầu nguồn nhân lực đáp ứng nhu cầu phát triển KT-XH chưa được triển khai đúng mức đã dẫn đến tình trạng chưa đáp ứng được nhu cầu của thị trường lao động. Tiêu chí đăng ký, xác nhận chỉ tiêu đào tạo của các trường chủ yếu dựa trên số lượng giảng viên và cơ sở vật chất của nhà trường, mà chưa chú trọng đến đánh giá, xác định nhu cầu sử dụng nhân lực của thị trường lao động và môi liên kết vùng của các tỉnh lân cận trong việc cung cấp dịch vụ đào tạo. Điều này dẫn đến một bộ phận sinh viên tốt nghiệp không tìm được việc làm đúng chuyên môn sau khi tốt nghiệp, gây lãng phí nguồn lực. Bên cạnh đó, sự tham gia của khối các cơ sở đào tạo tư thục trong phát triển hệ thống cơ sở đào tạo trong lĩnh vực NLNT còn hạn chế.

- Về số lượng, phân bố và cơ cấu các cơ sở nghiên cứu: Phân chia các cơ sở nghiên cứu theo vùng và lãnh thổ là cách phân chia hết sức quan trọng đối với các quốc gia tồn tại các vùng kinh tế, sinh thái phát triển ở trình độ khác nhau. Chính sách phát triển vùng về KH&CN luôn là bộ phận hợp thành của chính sách KH&CN quốc gia. Vì vậy, các tổ chức KH&CN trên vùng, lãnh thổ đóng vai trò như các trung tâm KH&CN vùng để giải quyết những vấn đề phát triển đặc thù của vùng, là một công cụ hỗ trợ phát triển KT-XH cho vùng dựa trên thế mạnh và các đặc thù của vùng. Trong lĩnh vực KH&CN hạt nhân, các cơ sở nghiên cứu của Viện NLNTVN được phân bố ở 4 vùng: Đồng bằng sông Hồng, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đông Nam Bộ nhằm đáp ứng nhu cầu ứng dụng NLNT phục vụ phát triển KT-XH của các vùng. Ngoài ra, do đặc thù của một ngành công nghệ cao, các cơ sở nghiên cứu khác như Viện HLKHCNVN, các trường đại học đều tập trung ở 2 đô thị lớn là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Điều này là phù hợp với thực tiễn và nhu cầu phát triển do 2 đô thị lớn nói trên đóng vai trò các là trung tâm cung cấp y tế, giáo dục, KH&CN cho các địa phương lân cận, cho toàn vùng và liên vùng. Các viện nghiên cứu, trường đại học ở hai thành phố lớn nhất cả nước này đã tham gia tư vấn, hỗ trợ ứng dụng NLNT trong các lĩnh vực y tế, công nghiệp, TN&MT, nông nghiệp và thực hiện các đề tài, đề án phục vụ cho phát triển KT-XH nhiều địa phương.

- Về số lượng, phân bố và cơ cấu các cơ sở ứng dụng:

+ Trong y tế: có sự liên kết giữa bệnh viện tuyến Trung ương và các bệnh viện tuyến dưới về hỗ trợ chuyên môn kỹ thuật về y học, hạt nhân, xạ trị, điện quang thông qua hình thức bệnh viện vệ tinh để chuyển giao kỹ thuật, nâng cao năng lực cho các cơ sở y tế tuyến dưới, thực hiện mục tiêu đưa dịch vụ có chất lượng về gần dân, giảm tải cho tuyến trên. Các bệnh viện như Bạch Mai, K,... tiếp nhận các cán bộ bệnh viện vệ tinh về học tập tại; tiến hành chuyển giao kỹ thuật chuyên ngành bệnh viện đa khoa. Các cơ sở y học hạt nhân chủ, xạ trị chủ yếu tập trung chủ yếu ở 3 vùng (theo thứ tự từ cao đến thấp): Đồng bằng sông Hồng, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Đông Nam Bộ. Các cơ sở X-quang đã phân bố đến tuyến huyện ở 6 vùng kinh tế.

+ Trong nông nghiệp: các cơ sở chiếu xạ tập trung nhiều nhất ở 2 vùng Đông Nam Bộ (5/10 cơ sở), Đồng bằng sông Cửu Long (3/10 cơ sở) nhằm đáp ứng nhu cầu chiếu xạ hoa quả, hải sản ở 2 vùng kinh tế trọng điểm này.

+ Trong công nghiệp: các cơ sở chiếu xạ vật liệu tập trung chủ yếu ở Đồng bằng sông Hồng tại các khu công nghiệp mới (Bắc Ninh, Bắc Giang, Hải Dương) với các thiết bị chiếu xạ biến tính vật liệu để sản xuất cáp điện, vật liệu nhựa, polimer.

6.2. Liên kết ngành

Liên kết ngành được thể hiện trong các mối quan hệ sau đây:

- Quan hệ giữa mạng lưới các cơ sở y học bức xạ với các cơ sở đào tạo y khoa, đào tạo VLYK: Liên kết ngành thể hiện ở mối quan hệ giữa mạng lưới cơ sở y tế với cơ sở giáo dục, giáo dục nghề nghiệp trong việc cung cấp nguồn nhân lực ngành y tế. Trong thời gian qua, số lượng cơ sở đào tạo đại học y tế cơ bản

đáp ứng nhu cầu nhân lực y tế trong lĩnh vực y học hạt nhân, xạ trị, điện quang. Các cơ sở đào tạo này phần lớn ở Đồng bằng sông Hồng và Đông Nam Bộ, tương ứng với sự phát triển của các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị, điện quang ở 2 vùng kinh tế trọng điểm này.

- Quan hệ giữa cơ sở nghiên cứu, ứng dụng ngành nông nghiệp, môi trường, y tế với các cơ sở đào tạo, cơ sở nghiên cứu KH&CN hạt nhân: Nghiên cứu phát triển cũng như ứng dụng các thành tựu mới về KH&CN trong các lĩnh vực luôn được Đảng và Nhà nước quan tâm chỉ đạo, đầu tư. Xu thế mới của y học, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và nông nghiệp là ứng dụng những thành tựu, tiến bộ của KH&CN hiện đại, trong đó có KH&CN hạt nhân, trong điều trị lâm sàng và cải tiến thiết bị y tế nâng cao chất lượng dịch vụ trong chẩn đoán và điều trị bệnh; phát triển nông nghiệp bền vững, bảo đảm an ninh lương thực; bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; giảm phát thải nhà kính và phát triển công nghiệp. Chính vì vậy ngành KH&CN hạt nhân xuất hiện như cầu nối giữa khoa học và y tế, sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, các ứng dụng của công nghệ số, công nghệ AI đều thể hiện rõ nhất trong các thành tựu y khoa. KH&CN hạt nhân cũng là cầu nối giữa khoa học với những ứng dụng thực tế trong nông nghiệp, công nghiệp, TN&MT. Việc xây dựng và củng cố năng lực nghiên cứu về KH&CN hạt nhân là một bước quan trọng trong việc phát triển các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng NLNT trong các ngành.

- Mối quan hệ giữa cơ sở chiếu xạ công nghiệp phục vụ chiếu xạ các sản phẩm phục vụ nông nghiệp, khử trùng y tế, chiếu xạ vật liệu: Hiện nay cả nước có 15 cơ sở chiếu xạ công nghiệp, trong đó có 10/15 cơ sở chiếu xạ thực phẩm (4/10 cơ sở chiếu xạ thực phẩm thực hiện cả chức năng khử trùng y tế) và 4/15 cơ sở chiếu xạ vật liệu.

Như vậy, cơ sở nghiên cứu, ứng dụng NLNT thuộc ngành y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp thực hiện hoạt động nghiên cứu - triển khai những vấn đề KH&CN trọng điểm có tính chất chuyên ngành và những vấn đề khác phục vụ cho mục tiêu phát triển của ngành. Viện NLNTVN thực hiện hoạt động nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu KH&CN hạt nhân, định hướng ứng dụng trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, TN&MT, công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật khác; hỗ trợ kỹ thuật phục vụ công tác QLNN về NLNT, ATBXHN.

IV. Phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) trong phát triển, ứng dụng NLNT

1. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành y tế

1.1. Điểm mạnh

- Có chiến lược, quy hoạch, kế hoạch cụ thể nhằm tăng cường công tác bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân trong tình hình mới bao gồm cả việc bảo đảm dinh dưỡng cho bà mẹ và trẻ em.

- Kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế đem lại rất nhiều lợi ích cho bệnh nhân và xã hội và lớn hơn rất nhiều so với những rủi ro mà chúng gây ra. Nhiều phương pháp chẩn đoán và điều trị bằng bức xạ đã trở thành các công cụ

không thể thay thế cho nền y học hiện đại, áp dụng trong điều trị ung thư, bệnh đau dây thần kinh số 5, bệnh dị dạng động - tĩnh mạch não, bệnh động kinh,...

- Nhiều thiết bị hiện đại với công nghệ cao và kỹ thuật tiên tiến liên quan tới X-quang chẩn đoán và can thiệp, y học hạt nhân và xạ trị đã được đầu tư và lắp đặt, mạng lưới cơ sở xạ trị và y học hạt nhân và X-quang đã được thiết lập: có thể tự chế tạo và cung cấp một số đồng vị phóng xạ cơ bản như I-131, P-32 cho xạ trị và FDG-18 sử dụng trong y học hạt nhân.

- Đội ngũ cán bộ y tế hiện nay có sức trẻ và nhiệt huyết, luôn trong tư thế sẵn sàng học tập, học hỏi nâng cao trình độ chuyên môn nghiệp vụ, tìm hiểu và cập nhật các phương pháp xạ trị mới nhất để mang lại hiệu quả điều trị tốt nhất cho bệnh nhân.

- Nhiều dự án hợp tác KH&CN đã và đang được xây dựng, triển khai, đặc biệt là với IAEA nhằm áp dụng các kỹ thuật hiện đại vào trong xạ trị và chẩn đoán một cách hiệu quả. Các sự kiện khoa học quốc gia và khu vực được tổ chức định kỳ nhằm đào tạo, bồi dưỡng, chia sẻ kinh nghiệm và giáo dục thường xuyên.

1.2. Điểm yếu

- Kiến thức hạn chế của các bác sĩ và của các nhà quản lý các bệnh viện có thể dẫn đến một số những bất cập trong việc bảo vệ chống bức xạ trong chỉ định và quản lý phơi nhiễm bức xạ y tế.

- Thiếu cơ sở dữ liệu về hồ sơ liệu bệnh nhân, theo dõi bệnh nhân xạ trị, bệnh nhân trải qua các thủ tục chẩn đoán liều; chưa có số liệu quốc gia về phơi nhiễm y tế; vẫn còn sử dụng các quy trình thu nhận hình ảnh của người lớn ở bệnh nhân nhi, dẫn đến việc trẻ em phải nhận những liều bức xạ không cần thiết.

- Việc chưa có chương trình đào tạo chính quy đối với bác sĩ chuyên khoa xạ trị, kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả chẩn đoán và điều trị bệnh, đặc biệt là khi áp dụng mô hình y học cá thể hoá.

- Nguồn nhân lực được đào tạo trong các lĩnh vực y học bức xạ còn rất thiếu, bố trí việc làm chưa phù hợp, hiệu suất chẩn đoán và điều trị chưa cao. Thiếu nguồn nhân lực VLYK (được đào tạo chính quy) trong các dịch vụ y học hạt nhân, X-quang và xạ trị, đặc biệt là các chuyên gia về VLYK lâm sàng. Việc bố trí nhân lực từ các ngành khác (kỹ thuật viên X-quang hoặc y tá) làm việc ở vị trí kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ.

- Thiếu cơ chế giám sát của các cơ quan quản lý đối với các chương trình bảo đảm chất lượng; các giao thức QA/QC quốc gia tại các cơ sở cung cấp dịch vụ y tế bức xạ. Chưa quan tâm đúng mức đến trình độ chuyên môn của những nhà thực hành y tế, những người vận hành thiết bị trong quá trình cấp phép.

- Chưa tận dụng hết các tính năng của thiết bị công nghệ cao. Có sự phát triển không đồng đều giữa các bệnh viện trung ương và địa phương, một số vùng như: Trung du và miền núi phía Bắc, Tây Nguyên, Đồng bằng sông Cửu Long có mật độ thiết bị trên triệu dân chưa đạt chỉ tiêu.

- Việc triển khai hệ thống khai báo, chia sẻ kinh nghiệm sự cố y khoa trong y học bức xạ chưa được triển khai một cách có hiệu quả do thiếu các hướng dẫn về nhận dạng các sự cố bức xạ trong y khoa.

- Có rất ít kiến thức và đóng góp của kỹ thuật hạt nhân và đồng vị trong việc đánh giá các chương trình quốc gia về dinh dưỡng.

- Sự dịch chuyển nguồn nhân lực chuyên môn sang các ngành khác hoặc các khu vực khác. Cách mạng công nghiệp 4.0 tạo ra nhiều thách thức mới, nguy cơ dư thừa lao động có kỹ năng và trình độ thấp.

1.3. Cơ hội

- Hợp tác với các tổ chức quốc tế (UNICEF, IAEA, WHO), hiệp hội nghề nghiệp nhằm giải quyết vấn đề dinh dưỡng ở trẻ nhỏ, dịch tễ học; đào tạo nhân lực; phát triển các quy trình và hướng dẫn về chất lượng.

- Nâng cao nhận thức của các chuyên gia y tế khác nhau về lợi ích của kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong chẩn đoán, điều trị và nghiên cứu.

- Các quy trình chẩn đoán và điều trị mới để quản lý các bệnh lý phổ biến trong khu vực đang được nghiên cứu, triển khai.

- Các cơ quan y tế công nhận các bệnh mãn tính không lây nhiễm (ung thư, bệnh tim mạch, tiểu đường, v.v.) là một vấn đề sức khỏe cộng đồng quan trọng. Các hiệp hội nghề nghiệp quốc gia có thể tham gia vào quá trình xây dựng văn bản quy phạm pháp luật, chính sách công trong ngành y tế.

- Nghiên cứu sử dụng cơ sở dữ liệu quốc tế để đánh giá các nguồn lực và nhu cầu hiện có của các quốc gia; tham gia các chương trình kiểm toán chất lượng toàn diện do các tổ chức quốc tế tổ chức để nâng cao hiệu quả hoạt động của các dịch vụ y học hạt nhân, X-quang và xạ trị.

- Sự phát triển của công nghệ thông tin tạo điều kiện thực hiện các hoạt động học tập trực tuyến và từ xa.

- Sự phát triển, cạnh tranh của khối tư nhân góp phần nâng cao chất lượng điều trị và chẩn đoán.

1.4. Thách thức

- Nâng cao hiệu quả, chất lượng và bảo đảm ATBX trong việc sử dụng các công nghệ mới trong chẩn đoán và điều trị bệnh.

- Bổ sung và bố trí công việc đối với bác sĩ chuyên khoa, nhân viên VLYK, kỹ thuật viên xạ trị và y học hạt nhân nhằm đáp ứng nhu cầu hiện tại và ngày càng tăng do việc thành lập các trung tâm mới.

- Xây dựng kế hoạch kiểm soát ung thư quốc gia toàn diện, đầy đủ chức năng và năng lực tác nghiệp; các quy định pháp lý cụ thể liên quan tới việc kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế.

- Cân bằng về mức độ và trình độ phát triển giữa bệnh viện tuyến trung ương với các bệnh viện tuyến địa phương.

- Chuẩn bị đầy đủ hạ tầng cơ sở để tiếp nhận và triển khai thành công các giao thức chẩn đoán hình ảnh dựa trên AI bao gồm xây dựng dữ liệu lớn và đào tạo đội ngũ chuyên gia đủ chuyên môn kỹ thuật.

- Thành lập mới trung tâm nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật bức xạ và hạt nhân trong y tế cấp quốc gia nhằm kết hợp các nguồn lực quốc gia tạo những bước chuyển biến cơ bản ứng dụng các công nghệ hiện đại và tiên tiến trong chẩn đoán và điều trị bệnh.

- Tình trạng béo phì ở trẻ em gia tăng tại các thành phố, mối liên hệ với tỷ lệ mắc các bệnh không lây nhiễm trong khi tình trạng suy dinh dưỡng trẻ em vẫn tồn tại ở một số vùng sâu tạo nên gánh nặng kép trong dinh dưỡng.

2. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT

2.1. Điểm mạnh

- Đã có chính sách phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành TN&MT.
- Đã hình thành các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng, đào tạo, nền tảng cơ bản về cơ sở hạ tầng, nhân lực, năng lực để phát triển và ứng dụng công nghệ BX&ĐVPX.
- Kỹ thuật hạt nhân và đồng vị triển khai dễ dàng, thuận tiện, giúp tối ưu hóa khai thác tài nguyên, dự báo, phòng ngừa, giảm thiểu, khắc phục sự cố, xử lý ô nhiễm, quản lý tài nguyên nước, kiểm soát chất lượng nước, đo lường và giám sát môi trường.
- Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân mang lại nhiều lợi ích kinh tế và xã hội, bao gồm tạo ra nguồn lực mới, cải thiện chất lượng môi trường, dự báo kịch bản biến đổi khí hậu và góp phần phát triển bền vững của đất nước.

2.2. Điểm yếu

- Nguồn nhân lực còn hạn chế cả về số lượng và chất lượng, đặc biệt là nhân lực có trình độ cao, chuyên gia ứng dụng BX&ĐVPX.
- Năng lực nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX trong các lĩnh vực của ngành TN&MT hạn chế, chưa đáp ứng được nhu cầu thực tiễn và triển vọng phát triển.
- Chi phí đầu tư thiết bị và phát triển công nghệ BX&ĐVPX cao.
- Thiếu cơ chế phối hợp giữa các cơ sở nghiên cứu về NLNT và cơ sở nghiên cứu ngành TN&MT.

2.3. Cơ hội

- Các quy hoạch, chương trình, đề án và nhu cầu thực tiễn trong công tác bảo vệ môi trường, ứng phó biến đổi khí hậu, khí tượng thủy văn, địa chất khoáng sản đã được ban hành thực hiện.
- Hợp tác với các đối tác trong khu vực và quốc tế giúp tiếp cận công nghệ tiên tiến; học tập kinh nghiệm và chia sẻ thông tin; tiếp nhận chuyển giao công nghệ; đẩy mạnh nghiên cứu và phát triển công nghệ.

2.4. Thách thức

- Việc đầu tư trang thiết bị, đầu tư cho nghiên cứu - triển khai còn hạn chế.
- Đội ngũ cán bộ làm công tác khoa học, đặc biệt là các nhà khoa học đầu ngành còn thiếu và yếu.

- Thiếu các trung tâm khoa học lớn, hiệu quả sử dụng các phòng thí nghiệm còn thấp.

3. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành nông nghiệp

3.1. Điểm mạnh

- Nông nghiệp là thế mạnh của Việt Nam, với việc hình thành nhiều vùng nông nghiệp đặc thù theo chức năng: nông nghiệp sạch, an toàn, nông nghiệp thích ứng với biến đổi khí hậu,... Hội nhập quốc tế mạnh mẽ và việc tham gia các hiệp định thương mại quốc tế, các FTAs giúp Việt Nam phát huy được lợi thế cạnh tranh, mở rộng thị trường, tăng khối lượng và kim ngạch xuất khẩu.

- Lĩnh vực chọn tạo giống đột biến phóng xạ là một trong các lĩnh vực thế mạnh của Việt Nam đã được thế giới ghi nhận. Các giống lúa chọn tạo giống đột biến phóng xạ đã cho năng suất chất lượng cao, đóng góp trực tiếp cho phát triển kinh tế, góp phần bảo đảm an ninh lương thực, trong đó giống lúa ST25 đã được ghi nhận trên thị trường thế giới.

- Chiếu xạ kiểm dịch và bảo quản thực phẩm đã góp phần đưa hoa quả, hải sản sang các thị trường khó tính như Mỹ, Úc, góp phần tăng kim ngạch xuất khẩu của Việt Nam. Chiếu xạ còn nhiều dư địa phát triển, đặc biệt các chế phẩm an toàn, thân thiện với môi trường, giá thành rẻ.

3.2. Điểm yếu

- Các lĩnh vực ứng dụng BX&ĐVPX trong nông hóa thổ nhưỡng, bảo vệ thực vật,... mới chỉ có được một số kết quả nghiên cứu bước đầu, quy mô ứng dụng còn rất hạn chế.

- Số lượng, chất lượng nhân lực, đầu tư cơ sở vật chất, phòng thí nghiệm còn chưa tương xứng với tiềm năng và triển vọng.

- Sức hút của ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp đối với các doanh nghiệp chưa đủ mạnh.

- Năng lực liên kết hợp tác và phát triển các chuỗi giá trị của các cơ sở nghiên cứu với các doanh nghiệp còn hạn chế. Các nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX trong lĩnh vực này còn ít và chưa được ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn. Thời gian lai tạo, thử nghiệm các giống cây ăn quả, cây công nghiệp lớn.

3.3. Cơ hội

- Quy mô thị trường tiêu thụ trong nước và quốc tế lớn đối với các sản phẩm tươi sống, lương thực, hoa quả cao; việc tham gia kết nhiều hiệp định thương mại tự do mở ra nhiều cơ hội mở rộng quy mô và phát triển cơ sở chiếu xạ, đa dạng mặt hàng chiếu xạ trong thời gian tới.

- Các chính sách ưu tiên đầu tư, phát triển đối với nông nghiệp công nghệ cao, KH&CN đang được Nhà nước tiếp tục đổi mới sẽ là cơ hội để đẩy mạnh và phát huy lợi thế của ứng dụng BX&ĐVPX trên các lĩnh vực chọn tạo giống, dinh dưỡng cây trồng, nông hóa, thổ nhưỡng, kiểm soát công trùng gây hại một cách thân thiện với môi trường.

- Hợp tác trong nước và quốc tế tiếp tục được đẩy mạnh trong giai đoạn tới là cơ hội để tiếp nhận chuyển giao công nghệ mới.

3.4. Thách thức

- Tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, ô nhiễm môi trường,... đến phát triển nông nghiệp ngày càng nghiêm trọng và phức tạp.

- Nguồn ngân sách đầu tư cho lĩnh vực KH&CN nói chung cũng như lĩnh vực NLNT nói riêng còn hạn chế khiến các định hướng đầu tư chưa được thực hiện một cách đầy đủ.

- Công tác truyền thông về NLNT chưa thật sự mạnh mẽ và hiệu quả để các cấp chính quyền và doanh nghiệp hiểu về vai trò cũng như khả năng đóng góp cho phát triển KT-XH.

- Sự cạnh tranh từ các giống lúa lai của Trung Quốc với giá thành rẻ, năng suất trên thị trường Việt Nam.

4. Phân tích SWOT đối với ứng dụng BX&ĐVPX trong ngành công nghiệp

4.1. Điểm mạnh

- Đã xây dựng được năng lực và hình thành các nhóm nghiên cứu mạnh, ứng dụng và làm chủ được một số các kỹ thuật NDT, chiếu xạ, đánh dấu,... Năng lực ứng dụng kỹ thuật đánh dấu của Việt Nam ở trình độ khá trong khu vực, có thể cạnh tranh với các dịch vụ quốc tế.

- Các kỹ thuật hạt nhân và công nghệ bức xạ có lợi thế do có hiệu quả cao trong việc kiểm tra, đánh giá, bảo đảm an toàn và nâng cao hiệu quả trong xây dựng, vận hành khai thác các công trình; sản xuất công nghiệp; kiểm soát và bảo đảm chất lượng, tối ưu hóa các quá trình công nghiệp; phân tích trực tuyến theo thời gian thực.

4.2. Điểm yếu:

Các phương pháp NDT mang bản chất gián tiếp, kết quả định tính hơn là định lượng. Chưa làm chủ được các công nghệ tiên tiến như máy gia tốc trong chiếu xạ; Lệ thuộc nguồn cung nguồn phóng xạ công nghiệp Co-60 vào nước ngoài, việc vận chuyển nguồn khó khăn. Một số ứng dụng đánh dấu có yếu tố công nghệ cao còn chưa được cập nhật do thiếu đầu tư và trang thiết bị, như đánh dấu bằng công nghệ nano, hợp chất phát huỳnh quang, polymer nhả chậm... Năng lực thiết kế, chế tạo thiết bị bức xạ còn hạn chế.

4.3. Cơ hội

- Hội nhập quốc tế sâu rộng, đẩy mạnh hợp tác trong nước tạo cơ hội mở rộng, đa dạng hóa thị trường, thu hút đầu tư, công nghệ, hiện đại hóa nền kinh tế.

- Với sự phát triển, tiến bộ của công nghệ và tác động của cách mạng công nghiệp lần thứ 4, tổ chức, doanh nghiệp, người tiêu dùng ngày càng hiểu rõ hơn về lợi ích của kỹ thuật hạt nhân và công nghệ chiếu xạ, thúc đẩy mạnh mẽ ứng dụng NLNT trong các ngành công nghiệp và mở rộng thị trường thực phẩm chiếu xạ.

- Nhu cầu ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân trong các ngành công nghiệp ngày càng cao nhằm bảo đảm độ tin cậy, chính xác, nâng cao chất lượng của sản phẩm và sự vận hành an toàn. Nhu cầu soi chiếu trong công nghiệp và nhu cầu trang bị các thiết bị soi chiếu hàng hóa, an ninh là rất lớn đặt ra yêu cầu nhanh

chóng xây dựng năng lực nghiên cứu, chế tạo các thiết bị soi chiếu công nghiệp, thiết bị soi chiếu container, hành lý.

4.4. Thách thức

- Việc hội nhập quốc tế sâu rộng, gia tăng sức ép cạnh tranh ngay trên thị trường trong nước và quốc tế. Sự gia tăng chi phí phát sinh làm giảm khả năng cạnh tranh của công nghệ bức xạ so với các biện pháp truyền thống. Khả năng mở rộng thị trường cũng là một trong những vấn đề khó khăn vì nhiều quốc gia không sẵn sàng chấp nhận thực phẩm chiếu xạ.

- Kết quả ứng dụng NDT ngày càng đòi hỏi định lượng nhiều hơn do đó cần cải tiến quy trình, công nghệ. Sự ra đời và phát triển các loại vật liệu, sản phẩm mới, đặc thù đòi hỏi việc nghiên cứu, phát triển các phương pháp/kỹ thuật NDT một cách phù hợp.

- Kỹ thuật đánh dấu, soi chiếu có nguy cơ tụt hậu về công nghệ, suy giảm năng lực và ảnh hưởng đến phát triển năng lực nghiên cứu, ứng dụng; nhân lực có chuyên ngành phù hợp đang bị thiếu hụt; thiếu các dự án hỗ trợ kỹ thuật từ IAEA, thiếu sự giao lưu trao đổi về chuyên môn với các phòng thí nghiệm tiên tiến trên thế giới.

5. Phân tích SWOT đối với KH&CN hạt nhân

5.1. Điểm mạnh

- Việt Nam đã xây dựng được nền tảng cơ bản về chiến lược, chính sách phát triển tiềm lực KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực.

- Việt Nam có quan hệ hợp tác với nhiều tổ chức quốc tế và các nước có nền công nghiệp hạt nhân tiên tiến trên thế giới; ký kết nhiều Hiệp định liên Chính phủ về Hợp tác sử dụng NLNT vì mục đích hòa bình.

5.2. Điểm yếu

- Nhận thức của xã hội về vai trò của KH&CN hạt nhân còn chưa đầy đủ. Thiếu cơ chế chia sẻ thông tin, công tác thông tin tuyên truyền cho công chúng, cơ quan QLNN, tổ chức, doanh nghiệp về KH&CN hạt nhân còn hạn chế.

- Đầu tư của Nhà nước, xã hội cho nghiên cứu phát triển, ứng dụng KH&CN hạt nhân còn chưa cao. Đầu tư cơ sở vật chất, thiết bị còn dàn trải, thiếu định hướng, chưa đồng bộ. Nhân lực đang đứng trước nguy cơ thiếu hụt chuyên gia, cán bộ có trình độ cao. Việc bố trí kinh phí đối ứng để triển khai các dự án hợp tác quốc tế còn hạn chế. Chính sách, cơ chế quản lý chậm đổi mới, chưa tạo được điều kiện thuận lợi, động lực phát triển KH&CN nói chung và hạt nhân nói riêng.

- Chưa hình thành mạng lưới các cơ sở nghiên cứu, đào tạo đồng bộ. Năng lực nghiên cứu, thương mại hóa kết quả nghiên cứu còn hạn chế, số lượng các bằng sáng chế, bằng giải pháp hữu ích và số bài báo công bố kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước còn chưa đồng đều.

5.3 Cơ hội

- KH&CN hạt nhân mở ra các cơ hội quan trọng trong phát triển KT-XH ở nhiều quốc gia; giải quyết các thách thức toàn cầu như giảm phát thải nhà kính, bảo đảm an ninh năng lượng, môi trường, an toàn thực phẩm hay thúc đẩy sự tiến

bộ của nền khoa học. Với vai trò cốt lõi, KH&CN hạt nhân mở ra các hội giải quyết các vấn đề thực tiễn và đẩy mạnh các ứng dụng NLNT trong các ngành y tế, công nghiệp, nông nghiệp, TN&MT.

- Việc tham gia hiệp định, công ước và điều ước quốc tế tạo cơ hội cho Việt Nam tiếp cận, làm chủ các công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực hạt nhân.

- Việc xây dựng, triển khai Dự án trung tâm nghiên cứu KH&CN hạt nhân mở ra nhiều cơ hội triển vọng như sản xuất đồng vị phóng xạ phục vụ y tế và công nghiệp; chiếu xạ pha tạp silic để sản xuất chất bán dẫn; nghiên cứu vật liệu, khoa học vật liệu, các nghiên cứu cơ bản và ứng dụng về vật lý hạt nhân; đào tạo và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực NLNT.

5.4. Thách thức

Nước ta phải đối phó với một số mặt trái của phát triển KH&CN trên thế giới và không dễ tiếp cận đối với một số xu hướng phát triển KH&CN hạt nhân:

- Các nước phát triển ý thức rõ công nghệ mới là vũ khí chống lại các nước đang phát triển. Các xu hướng phát triển KH, CN trên thế giới có thể tồn tại trong một thời gian dài nhưng cơ hội tiếp cận sẽ dần thu hẹp. Việc tiếp cận các xu hướng mới đòi hỏi năng lực và điều kiện nhất định.

- Bối cảnh phát triển mới đặt ra rất nhiều vấn đề phải giải quyết ở tầm chiến lược liên quan tới mọi lĩnh vực KH&CN. Cần có sự phối hợp liên ngành giữa nhiều lĩnh vực khoa học và liên kết quốc tế để giải quyết hiệu quả các vấn đề này.

6. Phân tích SWOT đối với bảo đảm an toàn, an ninh

6.1. Điểm mạnh

- Hình thành và hoàn thiện khuôn khổ pháp lý và pháp quy về an ninh hạt nhân; nâng cao năng lực quốc gia về an ninh hạt nhân, kiểm soát các nguồn phóng xạ và chống buôn bán trái phép vật liệu hạt nhân.

- Tích cực tham gia các nỗ lực quốc tế về an ninh hạt nhân; hỗ trợ các hoạt động của IAEA; hợp tác chặt chẽ với các quốc gia thành viên ASEAN xây dựng khu vực Đông Nam Á hòa bình, ổn định và không có vũ khí hạt nhân;

- Tích cực, chủ động thực hiện các điều ước quốc tế và Nghị quyết của Hội đồng Bảo an Liên hợp quốc; nỗ lực để tiến tới tham gia Công ước quốc tế về Ngăn chặn hành động khủng bố hạt nhân.

6.2. Điểm yếu

Những lo ngại về vấn đề an toàn, an ninh liên quan đến vận chuyển, quản lý và sử dụng các nguồn phóng xạ hoạt độ cao cũng đang làm gia tăng chi phí và tính không chắc chắn trong việc cung cấp nguồn phóng xạ, nhất là trong tình hình thế giới diễn biến phức tạp hiện nay. Việc quản lý các nguồn đồng vị đã qua sử dụng cũng làm phát sinh chi phí.

6.3. Cơ hội

Việc tham gia các công ước, điều ước và hợp tác quốc tế đã mở ra các cơ hội học hỏi kinh nghiệm, chia sẻ thông tin và tăng cường năng lực bảo đảm an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân.

6.4. Thách thức

Nhận thức tiêu cực của công chúng về năng lượng hạt nhân (lo ngại về tai nạn, ô nhiễm phóng xạ và thải phóng xạ). Nguy cơ bị đe dọa khủng bố, sử dụng năng lượng hạt nhân cho mục đích quân sự (công nghệ sử dụng kép) ở ngoài biên giới Việt Nam. Thiếu thông tin về lợi ích của KH&CN hạt nhân, năng lượng hạt nhân.

V. Kịch bản phát triển

1. Kịch bản phát triển phát triển KT-XH 2021-2030, 2031-2050

Báo cáo thuyết minh Quy hoạch tổng thể quốc gia giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã đưa ra 02 kịch bản phát triển KT-XH như sau:

Kịch bản thấp

+ Tỷ lệ đầu tư trên GDP được đạt khoảng 33,0% trong giai đoạn 2021 – 2030 nhưng giảm xuống 30% trong giai đoạn đến năm 2050. Khi đó, tăng trưởng tích lũy vốn sẽ đạt khoảng 9,6% giai đoạn 2021 – 2030. Giai đoạn đến năm 2050, tăng trưởng tích lũy vốn vào khoảng 6,8%/năm.

+ Dự báo đến năm 2025, quy mô dân số đạt 101,5 triệu người, khoảng 105,2 triệu người vào năm 2030 và 115 triệu người vào năm 2050.

+ Đô thị hóa tiếp tục diễn ra mạnh mẽ, dân số thành thị chiếm 42,4% năm 2025 và 50,7% năm 2030.

+ Tốc độ tăng trưởng GDP dự báo đạt bình quân 6,26%/năm trong giai đoạn 2021 - 2025; đạt bình quân 6,34%/năm trong giai đoạn 2026 - 2030. Tính chung cả giai đoạn 2021 - 2030 đạt bình quân 6,30%/năm. Giai đoạn 2031 - 2050 tốc độ tăng trưởng đạt khoảng 6,49%/năm.

+ Về thu nhập bình quân đầu người: Dự báo đến năm 2030 đạt hơn 7.000 USD/người, đến năm 2040 đạt khoảng 13.000 USD/người và năm 2050 đạt khoảng 25.000 USD/người. Như vậy, nếu theo chuẩn hiện nay của Ngân hàng thế giới, thu nhập bình quân đầu người Việt Nam sau năm 2040 sẽ đạt ngưỡng thu nhập cao.

Kịch bản phần đầu

+ Tốc độ tăng trưởng GDP dự báo đạt bình quân 6,63%/năm trong giai đoạn 2021 - 2025; đạt bình quân 7,48%/năm trong giai đoạn 2026 - 2030. Tính chung cả giai đoạn 2021 - 2030 đạt bình quân 7,05%/năm. Giai đoạn 2031-2050, tốc độ tăng trưởng có khả năng đạt 7,16%/năm.

+ Về thu nhập bình quân đầu người: Tương tự như Kịch bản 1, dự báo đến năm 2025, quy mô dân số đạt 101,5 triệu người và 105,2 triệu người vào năm 2030 và 115 triệu người vào năm 2050. Khi đó, dự báo đến năm 2030 đạt khoảng 7.500 USD/người, đến năm 2040 đạt khoảng 16.500 USD/người và năm 2050 đạt khoảng 32.000 USD/người.

2. Kịch bản phát triển, ứng dụng NLNT

Trên cơ sở thực tiễn, nhu cầu, triển vọng, cơ hội, thách thức của ứng dụng NLNT, vị thế của Việt Nam so với các nhóm nước có thu nhập ở mức trung bình cao, có đề xuất hai phương án kịch bản phát triển NLNT như sau:

2.1. Kịch bản phát triển, ứng dụng BX&ĐVPX trong y tế

Kịch bản thấp

- Việt Nam là một trong ba nước dẫn đầu khu vực Đông Nam Á về ứng dụng BX&ĐVPX trong chẩn đoán, điều trị y tế.

- Khai thác tốt và nâng cấp hệ thống mạng lưới cơ sở điện quang, xạ trị, y học hạt nhân hiện nay. Đầu tư thêm một số trang thiết bị cho bệnh viện từ tuyến tỉnh trở lên, trong đó bảo đảm ít nhất mỗi bệnh viện tỉnh có 1 máy chụp nhũ ảnh, một máy chụp CT phục vụ công tác tầm soát ung thư. Đầu tư thêm một số trang thiết bị xạ trị, y học hạt nhân cho các cơ sở có nhu cầu khám, chữa bệnh lớn.

- Nâng cao hiệu quả ứng dụng BX&ĐVPX trong chẩn đoán và điều trị bệnh trong đó tập trung đối với bệnh ung thư dựa trên hệ thống mạng lưới cơ sở, trang thiết bị hiện có.

- Hoàn thành chuẩn hóa chức danh vị trí việc làm, định danh nghề nghiệp cho nhân lực VLYK, đào tạo, phát triển nguồn nhân lực đang làm việc tại các cơ sở y học hạt nhân, xạ trị trên cả nước.

- Các cơ sở điện quang, xạ trị, y học hạt nhân hoàn thiện và bảo đảm thực hiện đầy đủ các quy trình QA/QC trong chẩn đoán và điều trị, bước đầu tham gia vào chương trình đánh giá toàn diện quốc tế đối với điện quang, xạ trị, y học hạt nhân.

Kịch bản phấn đấu

- Việt Nam có nền y học bức xạ tiệm cận với các nước phát triển trên thế giới.

- Mở rộng mạng lưới các cơ sở/khoa xạ trị và y học hạt nhân tại các vùng: Trung du và miền núi phía Bắc, Vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đồng bằng Sông Cửu Long đạt được 0,5-0,7 máy xạ trị trên triệu dân và 0,3-0,5 máy SPECT và PET/CT trên triệu dân, 12-15 máy CT trên triệu dân, 5 máy X-quang vú/triệu dân và các bệnh viện tuyến trung ương, tỉnh, thành phố và khu vực có máy chụp mạch. Khai thác hiệu quả các dây chuyền sản xuất DCPX trên máy gia tốc Cyclotron và lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu, xem xét đầu tư thêm các hệ thống Cyclotron ở các vùng có nhu cầu. Khuyến khích các trung tâm xạ trị, y học hạt nhân khu vực tư nhân đầu tư các thiết bị tiên tiến, hiện đại đáp ứng yêu cầu khám chữa bệnh của người dân. Khuyến khích phát triển các trung tâm/khoa xạ trị, y học hạt nhân và điện quang ngoài công lập.

- Đạt tỷ lệ 5,4 bác sĩ chuyên khoa xạ trị, y học hạt nhân/triệu dân; 11 kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân/triệu dân, 30-50 bác sĩ điện quang /triệu dân và số kỹ thuật viên gấp 2-3 lần bác sĩ điện quang; 15 nhân viên VLYK/triệu dân đạt mức trung bình toàn thế giới (trong đó có 5 nhân viên VLYK/ triệu dân phục vụ trong xạ trị và 10 nhân viên VLYK/triệu dân phục vụ trong điện quang và y học hạt nhân). Nâng cao chất lượng đội ngũ bác sĩ, kỹ thuật viên chuyên khoa xạ trị và y học hạt nhân, dược sĩ phóng xạ và VLYK.

- Hoàn thiện chương trình đào tạo chính quy (đào tạo đại học và sau đại học) bác sĩ chuyên khoa xạ trị và kỹ thuật viên xạ trị, y học hạt nhân, VLYK và chương trình thực tập VLYK lâm sàng phù hợp với chuẩn quốc tế.

- Có ít nhất 4 cơ sở xạ trị, 4 cơ sở y học hạt nhân và 4 cơ sở điện quang tham gia chương kiểm định chất lượng toàn diện của IAEA. Tăng cường việc thực hiện chương trình QA/QC tại các cơ sở y học bức xạ. Hoàn thiện hệ thống kiểm định liều lượng lâm sàng đối với các cơ sở y học bức xạ. 100% cơ sở xạ trị, y học hạt nhân và tất cả các cơ sở điện quang thuộc các bệnh viện cấp tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương tham gia vào chương trình tự đánh giá chất lượng theo mô hình của IAEA.

- Thực hiện công tác kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế tại một số khoa/trung tâm điện quang và y học hạt nhân ở các bệnh viện cấp tỉnh và các thành phố trực thuộc trung ương cho các đối tượng chụp CT, X-quang can thiệp (các thủ thuật phơi nhiễm liều cao) và các đối tượng có độ nhạy cảm với bức xạ cao như phụ nữ và trẻ em. Tăng cường giám sát việc thực thi công tác bảo đảm chất lượng và kiểm tra chất lượng tại các cơ sở y học bức xạ.

- Tổ chức nghiên cứu xây dựng dự án xạ trị proton hoặc các lựa chọn khác phù hợp; các vấn đề liên quan tới kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế, bảo đảm an toàn cho người bệnh và nhân viên y tế. Từng bước xây dựng bộ dữ liệu lớn quốc gia nhằm triển khai kỹ thuật, công nghệ AI trong chẩn đoán hình ảnh, y học hạt nhân; triển khai quản lý và xử lý dữ liệu chẩn đoán hình ảnh, quản lý liều bệnh nhân và kiểm soát phơi nhiễm bức xạ y tế.

2.2. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong TN&MT

Kịch bản thấp

- Khí tượng thủy văn: Tiếp tục triển khai một số nghiên cứu về đồng vị bền trong một số nguồn nước.

- Tài nguyên nước: Mở rộng một số nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong xác định nguồn gốc hình thành, khả năng bổ cập hiện đại và sự vận động của nước dưới đất ở một số khu vực thuộc Đồng bằng sông Hồng, Đông Nam Bộ; xác định nguồn gốc nước dưới đất, tuổi của các tầng chứa nước và xác định cơ chế rửa lũa, hòa tan ô nhiễm.

- Địa chất, khoáng sản: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và làm rõ thành phần, cấu trúc địa chất; phát hiện, đánh giá, thăm dò khoáng sản. Hoàn thành bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:250.000 cho toàn lãnh thổ Việt Nam.

- Bảo vệ môi trường: Tiếp tục thực hiện quan trắc môi trường các mỏ khoáng sản có nguy cơ phát thải phóng xạ; xây dựng các bản đồ hiện trạng môi trường phục vụ công tác quy hoạch phát triển KT-XH.

Kịch bản phấn đấu

- Khí tượng, thủy văn: Phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc, nghiên cứu biến đổi về khí tượng thủy văn phục vụ công tác dự báo thời tiết, thiên tai và biến đổi khí hậu; ứng dụng kỹ thuật neutron tia vũ trụ quan trắc độ ẩm đất tại một số trạm quan trắc khí tượng thủy văn; thiết lập các trạm quan trắc đồng vị bền trong nguồn nước tại các sông lớn ở Việt Nam.

- Tài nguyên nước: Ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong xác định nguồn gốc hình thành, khả năng bổ cập hiện đại và sự vận động của nước dưới đất nhằm đánh giá tiềm năng, quy hoạch quản lý, bảo tồn và bảo vệ chống ô nhiễm nước dưới đất; nghiên cứu chu trình nước từ lượng mưa đến nước mặt và nước ngầm. Đánh giá nguồn gốc, nguồn bổ cập và mối quan hệ thủy lực giữa các tầng chứa nước, mối quan hệ giữa nước dưới đất với nước mặt trên lưu vực sông liên tỉnh, liên quốc gia (13 lưu vực sông chính). Xác định nguồn gốc nước dưới đất, tuổi của các tầng chứa nước và xác định cơ chế rửa lữa, hòa tan ô nhiễm và xâm nhập mặn tại Đồng bằng sông Cửu Long, lưu vực sông Đồng Nai, sông Mã.

- Địa chất, khoáng sản: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và làm rõ thành phần, cấu trúc địa chất; xác định các khu vực có nguy cơ xảy ra tai biến địa chất, môi trường địa chất; xác định đặc điểm một số cấu trúc địa chất có tiềm năng lưu giữ nước dưới đất, lưu giữ CO₂, chôn lấp các chất độc hại, phóng xạ; phát hiện, đánh giá, thăm dò khoáng sản, đặc biệt là khoáng sản urani và thori, khoáng sản có chứa phóng xạ, đất hiếm các nguồn nước khoáng, nước nóng, địa nhiệt; hoàn thành bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên tỷ lệ 1:250.000 cho toàn lãnh thổ Việt Nam; điều tra, đánh giá tổng thể tiềm năng quặng thori Việt Nam (phần đất liền); thăm dò urani khu vực trũng Nông Sơn - Quảng Nam.

- Bảo vệ môi trường: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong quan trắc môi trường các mỏ khoáng sản có nguy cơ phát thải phóng xạ; nghiên cứu, điều tra, quan trắc các dạng tai biến do vận động địa chất hiện đại; xác định vị trí, diện tích các vùng có nguy cơ cao về sụt lún và sạt lở đất; xây dựng bản đồ hiện trạng môi trường phục vụ công tác quy hoạch phát triển kinh tế xã hội; nghiên cứu, phát triển ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong đánh giá ô nhiễm vi hạt nhựa và biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường biển.

- Biến đổi khí hậu: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong việc phân tích và đo lường chính xác lượng phát thải khí nhà kính; ứng dụng kỹ thuật đánh dấu đồng vị và các kỹ thuật liên quan để nghiên cứu quá trình axit hóa đại dương.

2.3. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong nông nghiệp

Kịch bản thấp

- Đầu tư, tăng cường trang thiết bị cho một số cơ sở cơ sở nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX hiện có; Duy trì phát triển các nhóm nghiên cứu về trong tạo, chọn giống cây trồng; kiểm soát côn trùng, dịch hại; và chiếu xạ thực phẩm.

- Nghiên cứu chọn tạo một số giống lúa và đậu tương có năng suất, chất lượng, thích ứng với biến đổi khí hậu, đến năm 2030, số lượng giống chọn tạo từ phương pháp chiếu xạ và đưa vào sản xuất tăng 10% so với hiện nay.

- Nâng cao công suất của các cơ sở chiếu xạ hiện có trong kiểm dịch nông sản, bảo quản nông sản, thủy sản phục vụ xuất khẩu.

- Nghiên cứu, chế tạo các sản phẩm sinh học mới thân thiện với môi trường; tăng cường nghiên cứu, ứng dụng đồng vị trong quản lý đất và dinh dưỡng cây trồng.

Kịch bản cao

- Hoàn thiện và nâng cấp các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng BX&ĐVPX tại các vùng nông nghiệp trọng điểm; xây dựng các nhóm nghiên cứu mạnh về ứng dụng BX&ĐVPX trong tạo, chọn giống cây trồng; kiểm soát côn trùng, dịch hại; và chiếu xạ thực phẩm nhằm tăng cường ứng dụng NLNT trong nông nghiệp;

- Tạo, chọn và đưa vào sản xuất các giống cây trồng đột biến có giá trị nhằm tăng năng suất, chất lượng, nâng cao giá trị nông sản Việt Nam, thích ứng biến đổi khí hậu và phát triển nông nghiệp xanh, sạch, bền vững; đến năm 2030, tăng sản lượng nông sản từ các giống đột biến trên 50%, duy trì vị trí số 1 Đông Nam Á về đột biến tạo giống cây trồng;

- Tăng cường xử lý chiếu xạ kiểm dịch nông sản, nâng cao chất lượng thủy hải sản, kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu; đến năm 2030, tăng quy mô chiếu xạ thực phẩm trên 50%, thuộc nhóm các nước đứng đầu Đông Nam Á về chiếu xạ lương thực thực phẩm;

- Đẩy mạnh ứng dụng BX&ĐVPX trong kiểm soát xói mòn và rửa trôi, quản lý đất trồng, nước tưới tiêu và chế độ canh tác; kiểm soát dịch bệnh cây trồng, vật nuôi; sản xuất các chế phẩm sinh học thân thiện môi trường phục vụ sản xuất nông nghiệp xanh, sạch và bền vững; Nâng cao tỷ lệ đóng góp của các ứng dụng NLNT vào tăng trưởng GDP của toàn ngành nông nghiệp với tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm đạt 10%.

2.4. Kịch bản phát triển ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp

Kịch bản thấp

Ứng dụng kỹ thuật NDT trong công nghiệp, xây dựng, giao thông bị chậm lại. Năng lực ứng dụng NDT phục vụ, bảo dưỡng, sửa chữa các công trình năng lượng, dầu khí, hóa chất chưa được phát huy. Năng lực chế tạo thiết bị ghi đo bức xạ hạn chế về số lượng và loại thiết bị, sản phẩm chưa được thương mại hóa. Không hình thành năng lực tư vấn, đào tạo, chuyển giao công nghệ, bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị NCS. Công nghệ chiếu xạ khử trùng được duy trì và phát triển với tốc độ như hiện nay và không được mở rộng. Việc mua sắm, tăng cường các thiết bị soi chiếu an ninh - hải quan hoàn toàn phụ thuộc vào nước ngoài.

Kịch bản phấn đấu

- Công nghiệp dầu khí, hóa chất và năng lượng: Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân đánh giá trữ lượng dầu có thể khai thác, kiểm tra điểm phun trong giếng gaslift, đánh giá rò rỉ đập thủy điện, thủy lợi và chẩn đoán chất lượng, tuổi thọ các chi tiết, cấu kiện, thiết bị trong các nhà máy điện, hóa dầu, hóa chất phục vụ công tác bảo dưỡng, sửa chữa. Nghiên cứu tiếp thu và làm chủ các công nghệ mới về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân (đánh dấu, soi thắp, soi đường ống, chụp ảnh cắt lớp,...) trong các ngành công nghiệp dầu khí, hóa chất và năng lượng.

- Công nghệ vật liệu: Mở rộng quy mô và tiếp tục đẩy mạnh thương mại hóa các chế phẩm, vật liệu được tạo ra bằng công nghệ bức xạ phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững (chế phẩm kích thích tăng trưởng và bảo vệ thực vật làm từ oligochitosan dung dịch và bột, dung dịch bạc nano/chitosan, phân bón lá

nanopolidon và nanostarch, thức ăn nuôi tôm, chất siêu hấp thụ nước Gam-sorb-s và Gam-sorb-p giúp tiết kiệm nước tưới và tiết kiệm phân bón, Nano selen dùng cho gia súc, gia cầm và tôm, cá trong nuôi trồng thủy sản để tăng hệ miễn dịch, tăng sức đề kháng, kích thích tăng trưởng và khả năng sinh sản, ...); phục vụ nhu cầu của ngành y tế (kim tiêm, bao tay, ống truyền dịch, khử trùng vật liệu y tế, mô ghép sinh học, dung dịch nano bạc kháng khuẩn dùng để sát trùng, diệt khuẩn và tiệt trùng các thiết bị y tế cũng như làm băng gạc phủ nano chữa bỏng, vải nano bạc dùng làm khẩu trang, quần áo cho bác sỹ và ga trải giường bệnh viên,...), vật liệu kháng khuẩn dùng trong lĩnh vực xây dựng (ống lọc nước dùng bạc nano zeolit) và xử lý môi trường nước trong nuôi trồng thủy hải sản (nano selen/oligochitisan), các vật liệu polyme sinh học dễ phân hủy ứng dụng trong đời sống (túi đựng đồ, bao gói thực phẩm), xử lý bề mặt một số loại vật liệu để làm tăng độ bền, lưu hóa cao su bằng bức xạ thay cho công nghệ dùng hóa chất độc hại môi trường, xử lý vật liệu nanocomposite,... Nghiên cứu tiếp thu và làm chủ công nghệ chế tạo vật liệu mới sử dụng lò phản ứng và máy gia tốc phục vụ cho các ngành kinh tế - kỹ thuật để có thể triển khai ứng dụng thực tế sau năm 2030.

- Các ngành công nghiệp khác: Ứng dụng rộng rãi các kỹ thuật hạt nhân (điều khiển hạt nhân tự động - NCS và phân tích hạt nhân) trong điều khiển tự động dây chuyền sản xuất, kiểm tra phối liệu đầu vào, đánh giá chất lượng sản phẩm, tối ưu hóa dây chuyền sản xuất nhằm nâng cao năng suất, hạ giá thành sản phẩm trong một số ngành công nghiệp thực phẩm, sản xuất và chế tạo. Nâng cao năng lực cho các tổ chức trong nước có thể thực hiện toàn bộ việc bảo dưỡng, sửa chữa, nạp nguồn các thiết bị điều khiển hạt nhân tự động và phân tích hạt nhân ứng dụng trong một số ngành công nghiệp ở Việt Nam. Nghiên cứu tiếp thu, làm chủ và chuyển giao các công nghệ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân.

- Công nghiệp giao thông và xây dựng: Đưa kỹ thuật NDT trở thành một kỹ thuật được ứng dụng phổ biến và bắt buộc trong kiểm tra chất lượng và tuổi thọ của các công trình giao thông và xây dựng. Nghiên cứu triển khai các công nghệ cao (chụp ảnh muon, áp dụng AI trong giải mã chụp ảnh bức xạ,...) về chụp ảnh bức xạ trong kiểm tra chất lượng và tuổi thọ các công trình giao thông và xây dựng lớn, quan trọng mà các kỹ thuật khác không thể làm được.

- Chế tạo thiết bị: Sản xuất được một số chủng loại thiết bị bức xạ (thiết bị chiếu xạ công nghiệp dùng nguồn phóng xạ, thiết bị chụp ảnh phóng xạ công nghiệp, thiết bị chụp ảnh bức xạ dùng máy phát tia X, máy phát tia X, ...) và thiết bị ghi đo bức xạ (máy đo liều bức xạ, máy đo phóng xạ môi trường các loại, đầu đo báo cháy, thiết bị kiểm soát an ninh nguồn phóng xạ đơn giản, ...) có nhu cầu sử dụng lớn ở trong nước để thay thế nhập khẩu. Nâng cao năng lực về bảo dưỡng và sửa chữa các thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ đã được sử dụng ở Việt Nam để hỗ trợ các đơn vị trong nước khai thác hiệu quả và tiết kiệm ngoại tệ.

- Nghiên cứu tiếp thu, làm chủ các công nghệ hiện đại về ứng dụng BX&ĐVPX trong công nghiệp và các ngành kinh tế - kỹ thuật phục vụ cho giai đoạn sau năm 2030, ưu tiên các công nghệ có nhu cầu sử dụng, phục vụ các ngành KT-XH trọng điểm và không có các công nghệ truyền thống nào có thể cạnh tranh được. Có thể chế tạo được các chủng loại thiết bị soi chiếu container, soi chiếu an

ninh - hải quan; thiết bị kiểm soát an ninh nguồn phóng xạ hiện đại phục vụ kiểm soát cửa khẩu, nhà ga, bến cảng, lối ra vào các khu vực quan trọng và các sự kiện đông người, các thiết bị chiếu xạ công nghiệp sử dụng máy gia tốc...

2.5. Kịch bản phát triển KH&CN hạt nhân, đào tạo nguồn nhân lực, bảo đảm an toàn, an ninh

Kịch bản thấp

- Tăng cường trang thiết bị cho một số cơ sở nghiên cứu và ứng dụng có thế mạnh về kỹ thuật hạt nhân, sản xuất ĐV PX, công nghệ bức xạ.

- Hoàn thiện chương trình đào tạo vật lý hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân đáp ứng yêu cầu cho các cơ sở nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo.

- Phát triển năng lực của cơ quan hỗ trợ kỹ thuật và QLNN về an toàn bức xạ, hạt nhân. Thành lập mạng lưới QT&CBPXMT, tăng cường trang thiết bị cho trạm trung tâm.

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT.

Kịch bản phần đầu

- Nâng cấp và xây dựng mới một số cơ sở nghiên cứu và ứng dụng, phòng thí nghiệm hiện đại về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong các ngành, lĩnh vực; nghiên cứu công nghệ và an toàn lò phản ứng; sản xuất đồng vị phóng xạ, công nghệ bức xạ, thiết kế và chế tạo thiết bị chiếu xạ, thiết bị bức xạ, thiết bị ghi đo bức xạ; phân tích nguyên tố và đồng vị, thủy văn đồng vị, kiểm tra không phá hủy, đánh dấu và soi tia bức xạ, xử lý chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, chuẩn đo lường bức xạ và ATBX;

- Thành lập tổ chức nghiên cứu KH&CN hạt nhân dựa trên Dự án Trung tâm Nghiên cứu KH&CN hạt nhân tại Đồng Nai với lò phản ứng nghiên cứu hạt nhân 10 MW và hệ thống các phòng thí nghiệm hiện đại;

- Đổi mới các chương trình đào tạo phù hợp với chuẩn quốc tế, bổ sung các chuyên ngành mới, nâng cấp hạ tầng kỹ thuật tại các cơ sở đào tạo hiện có và tăng cường đội ngũ giảng viên, nghiên cứu viên đáp ứng yêu cầu nhân lực cho nghiên cứu, ứng dụng NLNT trong các ngành, lĩnh vực;

- Hoàn thiện hệ thống pháp luật về NLNT, từng bước nội luật hóa các điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên;

- Nâng cao năng lực thẩm định, đánh giá, thanh tra an toàn, an ninh và thanh sát hạt nhân; hoàn thiện mạng lưới QT&CBPXMT quốc gia; hệ thống chuẩn đo lường và ATBX ion hóa; hệ thống quản lý ATBXHN, an ninh hạt nhân; ứng phó sự cố và điều hành ứng phó sự cố; quản lý an toàn chất thải phóng xạ, nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng; quản lý chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ y tế; quản lý chuẩn đo lường bức xạ ion hóa; quản lý công tác kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ; quản lý phóng xạ môi trường toàn quốc; xây dựng cơ quan quản lý nhà nước về ATBXHN có chức năng là cơ quan pháp quy hạt nhân, phù hợp với các nguyên tắc cơ bản của IAEA và yêu cầu của các điều ước quốc tế về hạt nhân;

- Tăng cường năng lực QLNN về phát triển, ứng dụng NLNT và bảo đảm an toàn, an ninh.

Trên cơ sở phân tích các yếu tố bối cảnh thế giới và nội tại nền kinh tế, khả năng xảy ra Kịch bản 2 cũng khá cao.

Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được xây dựng nhằm đáp ứng được yêu cầu đặt ra từ bối cảnh trong nước và quốc tế, tận dụng được những thời cơ và đối mặt với các thách thức đặt ra trong giai đoạn 10 năm tới, phù hợp với kịch bản phân đầu trong phát triển KT-XH. Nội dung của Quy hoạch có trong Dự thảo Quyết định phê duyệt Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Các văn bản quy phạm pháp luật

- [1] Luật NLNT số 18/2008/QH12 ngày 03/6/2008
- [2] Luật Quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017
- [3] Luật số 35/2018/QH14, ngày 20/11/2018 về sửa đổi, bổ sung một số điều của 37 luật có liên quan đến quy hoạch
- [4] Nghị định số 37/NĐ-CP ngày 07/5/2019 của Chính phủ quy định một số điều của Luật Quy hoạch
- [5] Nghị định số 41/2019/NĐ-CP ngày 15/5/2019 của Chính phủ quy định chi tiết việc lập, thẩm định, phê duyệt, công bố, thực hiện, đánh giá và điều chỉnh quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT

II. Các nghị quyết, chiến lược, quy hoạch, kế hoạch

- [6] Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045
- [7] Chiến lược phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo đến năm 2030
- [8] Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [10] Chiến lược phát triển công nghiệp Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035 (Quyết định số 879/QĐ-TTg ngày 09/6/2014)
- [11] Chiến lược phát triển nông nghiệp, nông thôn giai đoạn bền vững giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [12] Chiến lược phát triển chăn nuôi giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn 2045
- [13] Chiến lược phát triển trồng trọt đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [14]. Chiến lược phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [15] Chiến lược quốc gia bảo vệ, chăm sóc và nâng cao sức khỏe nhân dân giai đoạn 2011 - 2020, tầm nhìn đến năm 2030 (Quyết định số 122/QĐ-TTg ngày 10/01/2013)
- [16] Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo phục vụ phát triển ngành Công Thương đến năm 2030
- [17]. Chiến lược phát triển KT-XH 2021-2030
- [18] Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia giai đoạn 2021-2030
- [19] Chiến lược quốc gia phòng, chống bệnh ung thư, tim mạch, đái tháo đường, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, hen phế quản và các bệnh không lây nhiễm khác, giai đoạn 2015 - 2025
- [20] Chiến lược phát triển ngành khí tượng thủy văn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045
- [21] Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [22] Quy hoạch mạng lưới cơ sở y tế thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050
- [23] Quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[24] Quy hoạch điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[25] Quy hoạch tài nguyên nước thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[26] Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các loại khoáng sản thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[27] Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[28] Báo cáo thuyết minh Quy hoạch tổng thể quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[29] Báo cáo thuyết minh Quy hoạch phát triển mạng lưới các cơ sở khoa học và công lập thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[30] Báo cáo thuyết minh nhiệm vụ lập Quy hoạch phát triển các cơ sở y tế thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

III. Các báo cáo tại các hội nghị, hội thảo

[31] Báo cáo của Cục NLNT, Cơ quan thường trực Hội đồng phát triển, ứng dụng NLNT quốc gia tại các phiên họp I, II, III, IV, V

[32] Báo cáo của các Bộ Y tế, Nông nghiệp và phát triển nông thôn, TN&MT, Công thương tại các phiên họp I, II, III, IV, V Hội đồng phát triển, ứng dụng NLNT quốc gia

[33] Báo cáo của các cơ quan, chuyên gia, nhà khoa học, nhà quản lý tại Hội thảo quốc gia về phát triển, ứng dụng NLNT và các các hội nghị, hội thảo trong và ngoài nước

[34] Công văn của các Sở KH&CN tháng 2-3/2024 về việc cung cấp thông tin về các cơ sở tiến hành công việc bức xạ phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[35] Công văn số 132/ATBXHN-CP ngày 26/02/2024 của Cục ATBXHN về việc cung cấp thông tin về các cơ sở tiến hành công việc bức xạ phục vụ xây dựng Quy hoạch phát triển, ứng dụng NLNT thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

[36] <https://ykhoaphuocan.vn/thread/sukien/ngay-ung-thu-the-gioi-2021>

[37] <https://www.pharmacity.vn/ty-le-mac-ung-thu-o-viet-nam-tang-cao-va-nhung-dieu-can-biet.htm>

[38] <https://vov.vn/xa-hoi/ty-le-tu-vong-do-ung-thu-tai-viet-nam-trong-top-dau-the-gioi-post1035903.vov>

IV. Tài liệu của IAEA và quốc tế

[39] The Nuclear Technology Review 2023, IAEA

[40] Radiotherapy in Cancer Care: Facing the Global Challenge, ISBN 978-92-0-115013-4

[41] Challenges and Opportunities for Crop Production in Dry and Saline Environments in ARASIA Member States, ISBN 978-92-0-101918-9 | IAEA-TECDOC-1841.

[42] <http://www.mpijournal.org/pdf/2016-02/MPI-2016-02.pdf>